

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Кафедра «Автоматизация, телекоммуникация и метрология»

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСОВ RS422 и RS485**

Учебно-методическое пособие  
для выполнения лабораторной работы  
по дисциплине «Телеуправление и связь»

Уфа 2022

Учебно-методическое пособие для выполнения лабораторной работы для обучающихся по направлению подготовки

Составители: Емец С.В., канд. техн. наук, доцент каф. АТМ  
Худайбирдин И.М., ст. гр. МАГ01-22-01 каф АТМ

Рецензент: Прахова М.Ю., доц. каф АТМ

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Цель работы .....	4
2	Описание лабораторного макета .....	4
	2.1 Модуль периферии RS-485/422 .....	4
	2.2 Модуль связи с ПК.....	5
	2.3 Модуль анализаторов.....	7
3	Методические указания по выполнению работы .....	9
	3.1 Датчик расстояния .....	9
	3.2 Датчик температуры .....	14
	3.3 Датчик освещенности .....	15
	3.4 Сервопривод .....	18
4	Требования к содержанию отчета .....	22
5	Теоретические сведения .....	23
	5.1 ПО Terminal .....	23
	5.2 ПО Simply Modbus Master .....	25
	5.3 Логический анализатор.....	27
	5.4 Осциллограф .....	29
	5.5 ПО URMV4HelpMate для работы с датчиком расстояний .....	30
6	Контрольные вопросы .....	31

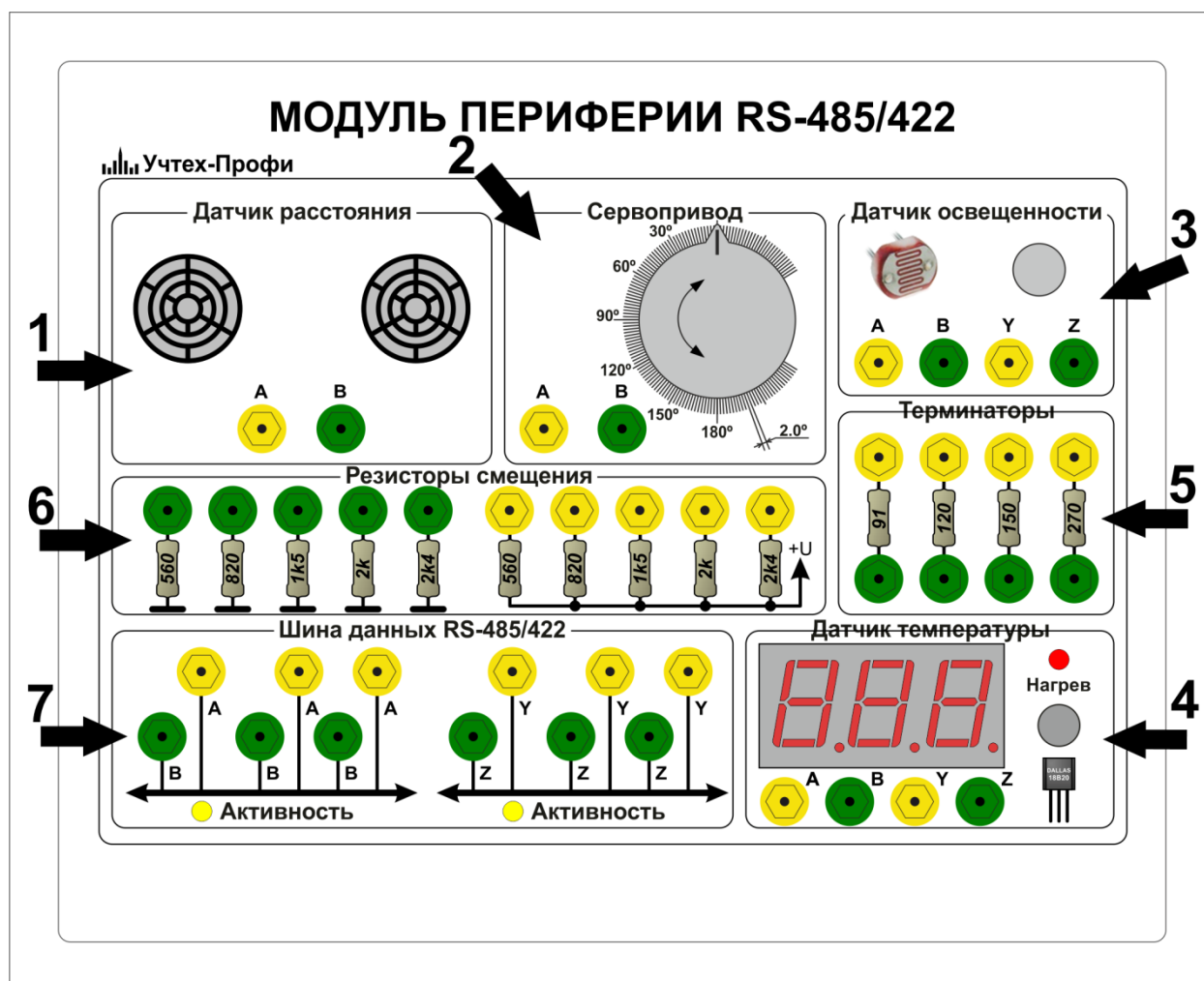
## 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомиться с возможностями датчиков, протоколами и режимами работы. Организовать управление датчиками и получение данных от датчика с помощью ПК.

## 2 ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА

### 2.1 Модуль периферии RS-485/422

Модуль периферии RS-485/422 предназначен для изучения готовых периферийных устройств с интерфейсом RS-485 и RS-422. В его состав входят: датчики расстояния, освещенности и температуры, сервопривод и вспомогательные узлы для коммутации сети. Некоторые выводы данных узлов выведены на лицевую панель и могут коммутироваться между собой соединительными проводами. Для наглядности и более глубокого понимания на лицевой панели представлены схемы строения некоторых узлов.



Модуль периферии условно делится на несколько логических блоков. Функциональное предназначение и особенности каждого блока приведены ниже. Блоки пронумерованы согласно рисунку.

1. Датчик расстояния. Работает по интерфейсу RS-485, диапазон измерений от 4 см. до 500 см, точность 1 см. В линию данных встроен терминатор на 180 Ом;

2. Сервопривод. Работает по интерфейсу RS-485, с протоколом MODBUS RTU. Имеется возможность задавать скорость вращения и положение сервопривода;

3. Датчик освещенности. Работает по интерфейсу RS-422, с протоколом MODBUS ASCII.

4. Датчик температуры. Датчик работает по интерфейсу RS-422. На лицевой панели имеется семисегментный трехразрядный индикатор для отображения текущей температуры, кнопка для нагрева датчика, пока кнопка зажата, происходит нагрев.

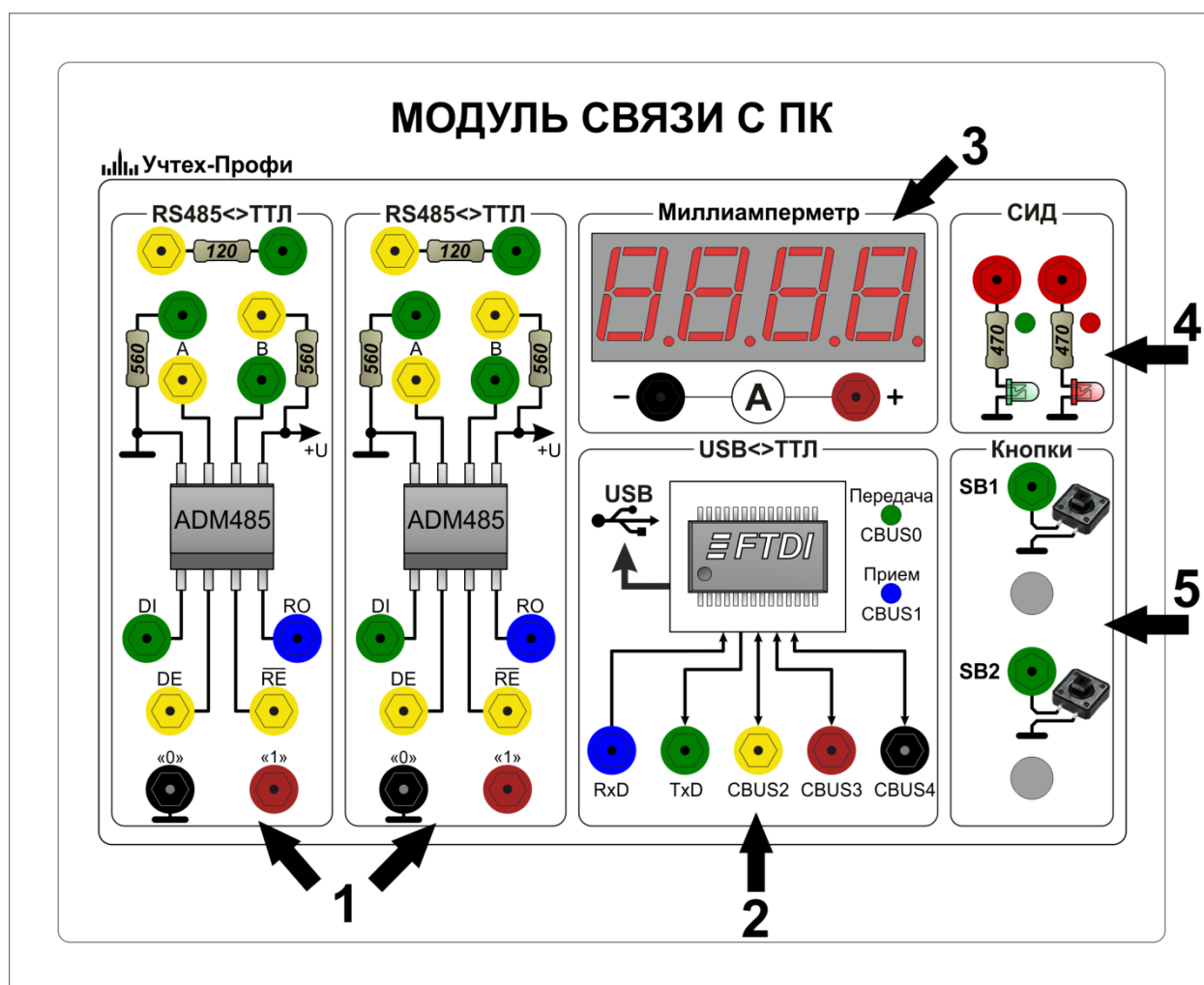
5. Терминаторы. Терминаторы – согласующие резисторы, ставятся на конце линии для согласования линии. На лицевой панели модуля доступны терминаторы следующих номиналов: 91 Ом, 120 Ом, 150 Ом, 270 Ом. Терминатор на 180 Ом встроен в линию датчика расстояния.

6. Резисторы смещения. На лицевой панели модуля доступны пары резисторов смещения следующих номиналов: 560 Ом, 820 Ом, 1.5 кОм, 2 кОм, 2.4 кОм.

7. Шина данных RS-485/422. Служит для наглядного соединения нескольких устройств в одну сеть, светодиод «Активность» вспыхивает при активной передаче данных по шине.

## 2.2 Модуль связи с ПК

Для связи периферийных устройств с интерфейсом RS-485/422 необходим модуль связи с ПК.



Основными узлами являются непосредственно преобразователи уровней. Преобразователи уровней RS485-TTL служат для преобразования сигналов интерфейса RS-485/422 к сигналам TTL уровня (UART) и наоборот, а преобразователь уровней TTL-USB служит для преобразования сигналов уровней TTL (UART) к сигналам USB и наоборот.

Для более глубокого изучения параметров интерфейса в модуль встроен миллиамперметр, помогающий изучить токопотребление интерфейсом при различных параметрах сети.

Модуль связи с ПК условно делится на несколько логических блоков. Функциональное предназначение и особенности каждого блока приведены ниже. Блоки пронумерованы согласно рисунку.

1. Преобразователи уровней RS-485 - TTL служат для преобразования сигналов интерфейса RS-485/422 к сигналам TTL уровня (UART) и наоборот. Используются для подключения периферии к микроконтроллеру и ПК. Все необходимые выводы выведены на лицевую панель;

2. Преобразователь уровней USB-TTL(USART). Предназначен для преобразования сигналов уровня TTL (USART) в сигналы USB (виртуальный COM-порт). Используется для обмена информацией между ПК и периферией или микроконтроллером. На лицевой панели имеется индикация активности приемопередатчика (светодиоды передача, прием), а также выведены дополнительные выводы CBUS, которые могут быть настроены на определенные алгоритмы работы. Внутри стенда приемопередатчик соединен с ПК через USB порт.

3. Миллиамперметр. Служит для измерения потребления тока в линии RS-485/422. Позволяет измерять токи от -100 мА до 100мА с дискретностью измерений 0.1 мА. Результаты измерений отображаются на семисегментном индикаторе.

4. Светодиоды предназначены для тестирования и контроля сигналов. Светодиоды подключены катодом к «земле» через защитные резисторы 470 Ом, как отображено на лицевой панели. А анод выведен на лицевую панель. Чтобы зажечь светодиод нужно на клемму подать логическую 1.

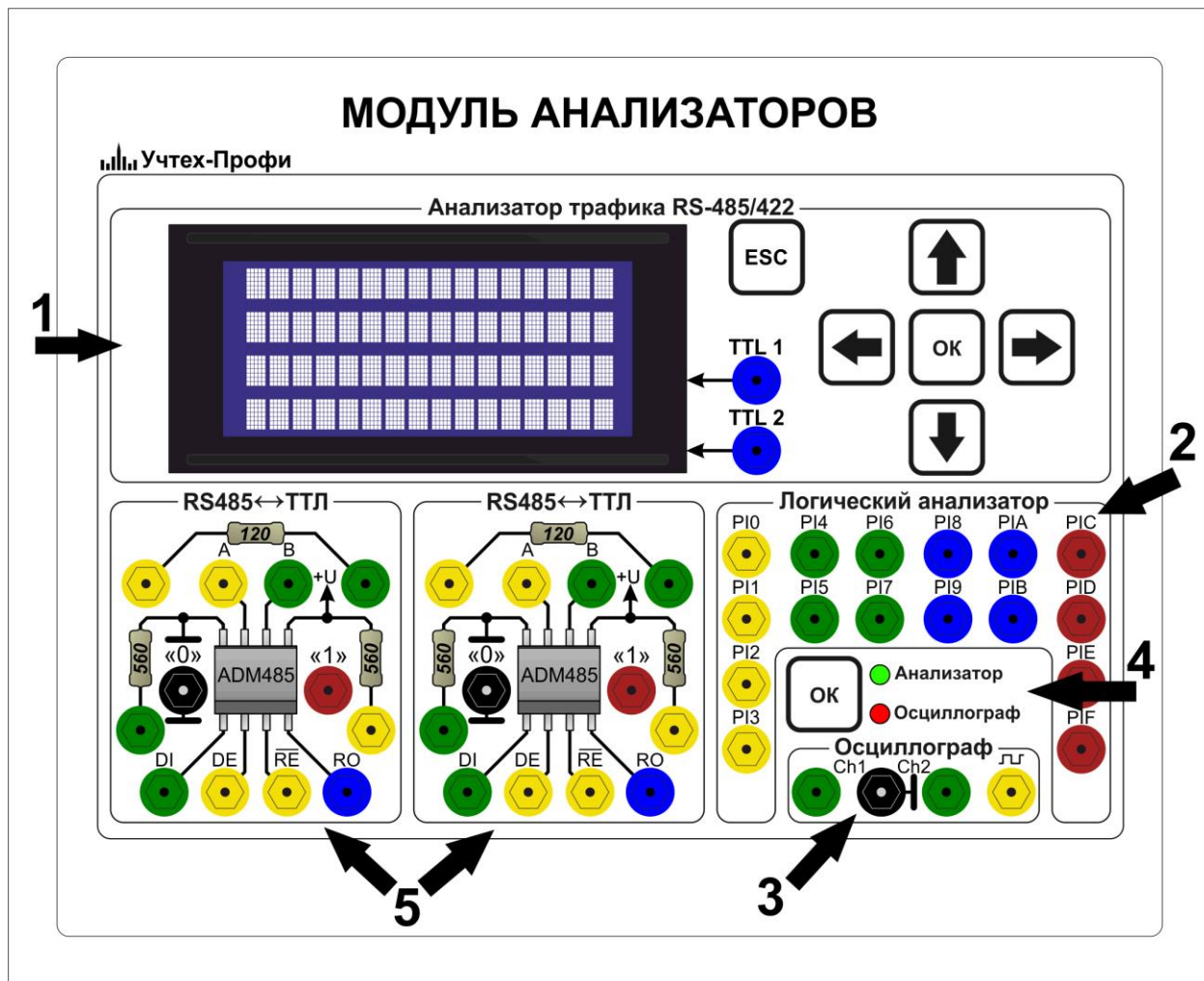
5. Кнопки предназначены для генерирования уровня логического 0. При нажатии на кнопку на клемме соответствующей данной кнопке генерируется уровень логического 0, при отпускании кнопки вывод переходит в высокоимпедансное состояние. Данные переключатели не защищены от «дребезга».

### 2.3 Модуль анализаторов

Для получения временных диаграмм работы интерфейса служит модуль анализа сигналов. Этот модуль условно делится на несколько узлов.

Основными узлами являются непосредственно логический анализатор, осциллограф которые соединяются с компьютером через интерфейс USB и анализатор трафика RS-485/422.

Для подключения доступны 16 каналов логического анализатора с частотой дискретизации до 48 МГц и 2 канала осциллографа с частотой дискретизации 48 МГц в одноканальном режиме и 24 МГц в двухканальном режиме.



Модуль анализаторов условно делится на несколько логических блоков. Функциональное предназначение и особенности каждого блока приведены ниже. Блоки пронумерованы согласно рисунку.

1. Анализатор трафика RS-485/422. Данный блок включает в себя символьный ЖК дисплей, на котором отображается вся необходимая информация, клеммы входных сигналов UART (TTL1 и TTL2) и емкостные кнопки управления. Описание работы с данным блоком описана в следующей главе;

2. Блок логического анализатора. В нем выведены клеммы 16 каналов логического анализатора, с частотой дискретизации до 48 МГц. Логический анализатор предназначен для построения временных диаграмм и анализа работы цифровых устройств.



3. Блок осциллографа. В данный блок входят генератор меандра с частотой 1 кГц, и 2 входных канала осциллографа. Генератор меандра работает только в режиме осциллографа. Частота дискретизации в одноканальном режиме 48 МГц, а в двухканальном по 24 МГц на канал. Также выведена клемма общего провода. Используется для выравнивания потенциалов земли между модулями;

4. Преобразователи уровней RS-485 – TTL. Данные узлы служат для преобразования сигналов интерфейса RS-485 в сигналы понятные UART приемопередатчику, и наоборот.

### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Таблица 1 – Варианты заданий

Тип интерфейса	Вариант	
	1	2
RS485	Датчик расстояния	Датчик температуры
RS422	Датчик освещенности	Сервопривод

#### 3.1 Датчик расстояния

##### 3.1.1 Задание для выполнения.

Для управления датчиком расстояния будет использоваться блок «Виртуальный COM-порт», преобразователь «RS-485 – TTL». Виртуальный COM-порт подключен к компьютеру внутри макета. Для связи COM-порта и датчика, работающего по RS-485 необходим преобразователь ADM485, который преобразует сигналы TTL с UART в дифференциальный сигнал RS-485.

1. Прописать при помощи ПО Terminal для датчика расстояния произвольный разрешенный адрес и удостовериться в положительном результате (необходимые команды представлены в разделе 5 методического пособия).

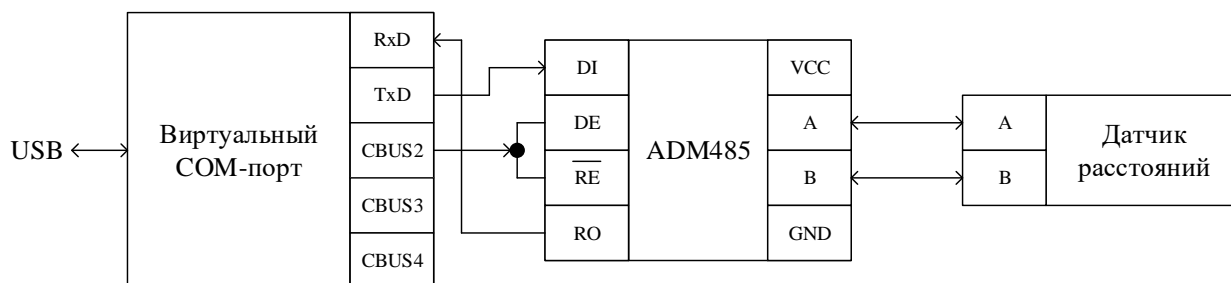
2. Измерить при помощи ПО Terminal расстояние от датчика до предмета, параллельно замерив его при помощи линейки (необходимые команды представлены в разделе 5 методического пособия)

3. Получить при помощи ПО Terminal информацию по измеренному расстоянию и расшифровать полученные результаты, сравнить результаты с датчика и с измеренными линейкой (необходимые команды представлены в разделе 5 методического пособия).

4. Наблюдать при помощи осциллографа сигналы TTL на пинах виртуального COM-порта и дифференциальный сигнал на пинах датчика расстояния.

### 3.1.2 Команды для датчика расстояния.

Для работы с датчиком необходимо подключение по следующей схеме.



### Основные характеристики датчика

Наименование характеристики	Значение
Питание, В	5
Диапазон измерений, см	4...500
Абсолютная погрешность измерений, см	1
Интерфейс	RS-485
Диапазон рабочих температур, °C	– 10...70

### Параметры соединения

Наименование характеристики	Значение
Скорость	19200
Число бит в сообщении	8
Четность	None
Стоп-бит	1

Для проверки правильности приема команд используется байт контрольной суммы – SUM. Байт контрольной суммы рассчитывается как сумма всех байт в однобайтовом режиме.

### Программа для работы с датчиком:

ПО Terminal (инструкция по работе приведена в пункте 5.6).

### Команда установки адреса датчика

Примечание: для установки проверочной суммы в конце посылки, формируемой в ПО Terminal достаточно дописать %SUM.

Запрос:

Заголовок		Длина	Команда	Новый адрес	SUM
0x55	0xAA	0xAB	0x01	0x**	0x**

Где новый адрес – устанавливаемый адрес устройства; SUM – проверочный байт.

Стандартный адрес датчика 0x11. Устанавливаемый адрес устройства должен быть в диапазоне от 0x11 до 0x80.

Ответ:

Заголовок		Адрес	Длина	Команда	Флаг	SUM
0x55	0xAA	0x**	0x01	0x55	0x**	0x**

Где: адрес – новый адрес устройства, флаг – флаг успешности выполнения команды, SUM – проверочный байт.

Если адрес успешно сменен, то в ответе флаг будет иметь значение 0x01. Если адрес не удалось изменить, то ответное сообщение не отправляется.

Пример:

Запрос:

0x55 0xaa 0xab 0x01 0x55 0x12 0x12 (Установить адрес 0x12)

Ответ:

0x55 0xaa 0x12 0x01 0x55 0x01 0x68 (Адрес удачно изменен)

### Команда измерения расстояния

Запрос:

Заголовок		Адрес	Длина	Команда	SUM
0x55	0xAA	0x**	0x00	0x01	0x**

Где адрес – адрес датчика; SUM – проверочный байт (инструкция в п 5.6).

Ответа у данной команды нет. Данные о расстоянии будут доступны после 30мс после запроса. Значение расстояния хранится в буфере. Команда чтения расстояния позволяет считать данные из буфера.

Пример:

Запрос:

0x55 0хаа 0х00 0х01 0х00 (*Запрос для всех датчиков на линии*)

0x55 0хаа 0х11 0х00 0х01 0х11 (*Запрос датчику с адресом 0х11*)

Ответ

нет

### Команда чтения расстояния

Запрос:

Заголовок		Адрес	Длина	Команда	SUM
0x55	0хАА	0х**	0х00	0х02	0х**

Где адрес – адрес датчика; SUM – проверочный байт (инструкция в п 5.6).

Ответ:

Заголовок		Адрес	Длина	Команда	Старший байт	Младший байт	SUM
0x55	0хАА	0х**	0х02	0х02	0х**	0х**	0х**

Где адрес – адрес датчика; старший и младший байты – значение расстояния; SUM – проверочный байт (инструкция в п 5.6).

Команда возвращает измеренное расстояние. Значение состоит из двух байт, старший и младший байты. Если измерить расстояние не удалось или находится вне диапазона, то возвращенные байты будут равны 0xFF.

Ответ об ошибке измерений:

Заголовок		Адрес	Длина	Команда	Старший байт	Младший байт	SUM
0x55	0хАА	0х**	0х02	0х02	0xFF	0xFF	0х**

Пример:

Запрос:

0x55 0хаа 0х11 0х00 0х02 0х12

Ответ:

0x55 0хаа 0х11 0х02 0х02 0х01 0х0А 0х11 (*Дистанция 266 мм*)

0x55 0хаа 0х11 0х02 0х02 0xFF 0xFF 0х1F (*Вне диапазона*)

Для получения измеренного расстояния можно воспользоваться калькулятором Windows и перевести полученное число из шестнадцатеричной системы в десятичную.

### Команда чтения температуры датчиком расстояния

В датчике встроен датчик температуры, позволяющий учесть температурный коэффициент искажения измерений.

Запрос:

Заголовок		Адрес	Длина	Команда	SUM
0x55	0xAA	0x**	0x00	0x03	0x**

Где адрес – адрес датчика; SUM – проверочный байт (инструкция в п 5.6).

Ответ:

Заголовок		Адрес	Длина	Команда	Старший байт	Младший байт	SUM
0x55	0xAA	0x**	0x02	0x03	0xFF	0xFF	0x**

Где адрес – адрес датчика; старший и младший байты – значение температуры; SUM – проверочный байт.

Команда возвращает значение температуры. Значение состоит из двух байт, старший и младший байты. Если температура выше 0 по Цельсию, то первые четыре бита старшего байта будут равны 0, а если ниже 0 по Цельсию, первые четыре бита старшего байта будут равны 1.

Последние 4 бита старшего байта и весь младший байт (12 бит) составляют значение температуры. Полученное число есть температура в градусах Цельсия умноженное на 10. Т.е. чтобы получить температуру в градусах Цельсия, данное число необходимо разделить на 10.

Если не удастся считать температуру, то возвращенные байты данных будут равны 0xFF.

Пример:

Запрос:

0x55 0xaa 0x11 0x00 0x03 0x13

Ответ:

0x55 0xaa 0x11 0x02 0x03 0xF0 0x0A 0x11 (+1 °C)

0x55 0xaa 0x11 0x02 0x03 0x00 0x0A 0x20 (-1 °C)

0x55 0xaa 0x11 0x02 0x03 0xFF 0xFF 0x20 (данные вне диапазона)

### 3.2 Датчик температуры

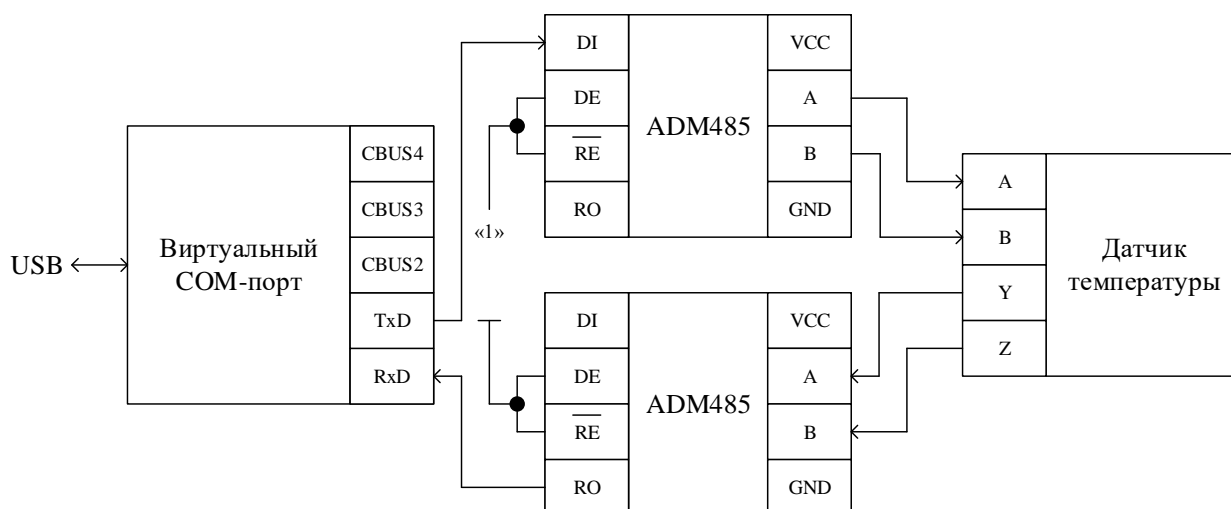
#### 3.2.1 Задание для выполнения.

Для управления датчиком температуры будет использоваться блок «Виртуальный COM-порт», преобразователи «RS-485 – TTL». Виртуальный COM-порт подключен к компьютеру внутри макета. Для связи COM-порта и датчика, работающего по RS-422 необходимы преобразователи ADM485, которые преобразуют сигналы TTL с UART в дифференциальный сигнал RS-422 в режиме полного дуплекса.

1. При помощи ПО Terminal выполнить запрос на измерение температуры. Получить диаграммы отправленной и полученной посылок при помощи логического анализатора.
2. Расшифровать полученное значение и сравнить с значением на дисплее.
3. Включить нагрев до 35-40 градусов и выполнить запрос температуры в ПО Terminal.
4. Расшифровать значение и сравнить с значением на дисплее.

#### 3.2.2 Команды для датчика температуры.

Для работы с датчиком необходимо подключение по следующей схеме.



#### Основные характеристики датчика

Наименование характеристики	Значение
Интерфейс	RS-422

## Параметры соединения

Наименование характеристики	Значение
Скорость	9600
Число бит в сообщении	8
Четность	Even
Стоп-бит	2

### Программа для работы с датчиком:

ПО Terminal (инструкция по работе приведена в пункте 5.6).

### Команда чтения температуры

Команды запрашиваются в обычном текстовом формате в ASCII режиме:

Запрос:

TEMPERATURE?#013#010

Где #013#010 байты конца сообщения.

Ответ:

Temperature=25.67#013#010

Где #013#010 байты конца сообщения.

## 3.3 Датчик освещенности

### 3.3.1 Задание для выполнения.

Для управления датчиком освещенности будет использоваться блок «Виртуальный COM-порт», преобразователи «RS-485 – TTL». Виртуальный COM-порт подключен к компьютеру внутри макета. Для связи COM-порта и датчика, работающего по RS-422 необходимы преобразователи ADM485, которые преобразуют сигналы TTL с UART в дифференциальный сигнал RS-422 в режиме полного дуплекса.

1. При помощи ПО Simply Modbus Master выполнить запрос на измерение уровня освещенности. Получить диаграммы полученной и отправленной посылок при помощи осциллографа.

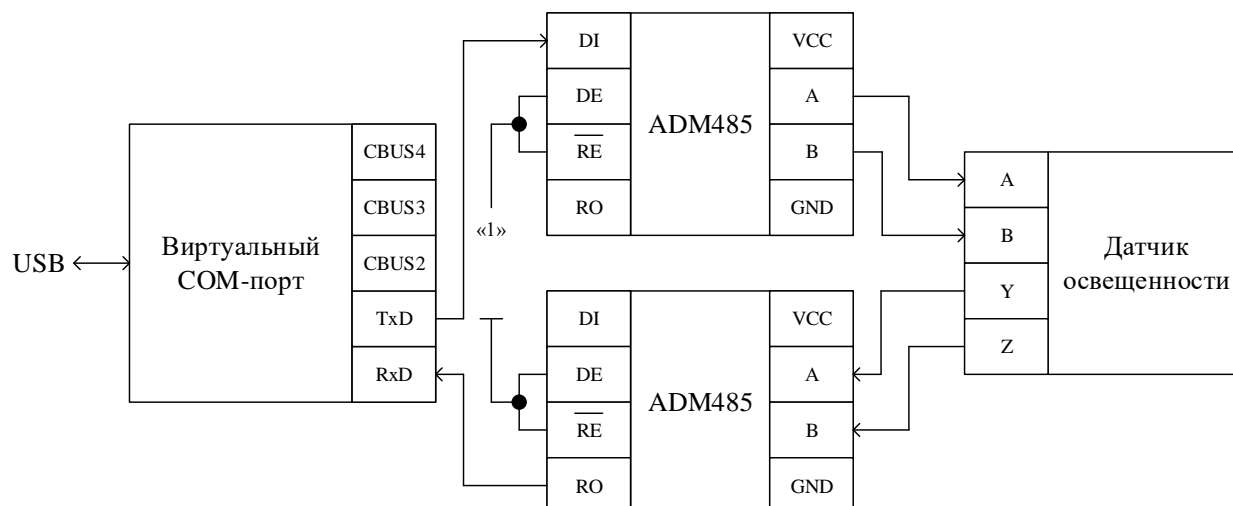
2. Прикрыть датчик освещенности листом бумаги, измерить освещенность.

3. Прикрыть датчик освещенности светонепроницаемым предметом, измерить освещенность.

4. Расшифровать полученные значения освещенности, сравнить значения.

### 3.3.2 Команды для датчика освещенности.

Для работы с датчиком необходимо подключение по следующей схеме.



### Основные характеристики датчика

Наименование характеристики	Значение
Интерфейс	RS-422
Протокол	MODBUS ASCII

### Параметры соединения

Наименование характеристики	Значение
Скорость	115200
Число бит в сообщении	8
Четность	None
Стоп-бит	2

### Программа для работы с датчиком:

ПО Simply Modbus Master (инструкция по работе приведена в пункте 5.7).

### Команда запроса освещенности

Запрос:



Начало передачи	Адрес	Код функции	Начальный адрес	Количество элементов	LRC	Конец передачи
:	02	03	0000	0001	FA	CR/LF

Ответ:

Начало передачи	Адрес	Код функции	Число байт	Данные	LRC	Конец передачи
:	02	03	0002	0000	F9	CR/LF

Ошибки:

Адрес вне диапазона

Если адрес регистра > 01

Начало передачи	Адрес 1 байт	Код функции 1 байт	Код ошибки	LRC	Конец передачи
:	02	83	02	79	CR/LF

### Настройка размерности

Для изменения параметра размерности выдаваемых данных предусмотрен регистр 01h.

Для изменения данного параметра используйте следующую команду:

Начало передачи	Адрес	Код функции	Начальный адрес	Данные	LRC	Конец передачи
:	02	06	0001	14E2	89	CR/LF

Параметр данные может принимать значения от 100 до 20000 в десятичной системе счисления.

Если команда выполнена успешно, ответ полностью повторяет запрос.

Ошибки:

Данные вне диапазона (<100 и >20000)

Начало передачи	Адрес 1 байт	Код функции	Код ошибки	LRC	Конец передачи
-----------------	--------------	-------------	------------	-----	----------------

		1 байт			
:	02	86	03	75	CR/LF

Адрес вне диапазона, если адрес регистра  $\neq 1$

Начало передачи	Адрес 1 байт	Код функции 1 байт	Код ошибки	LRC	Конец передачи
:	02	86	02	76	CR/LF

### 3.4 Сервопривод

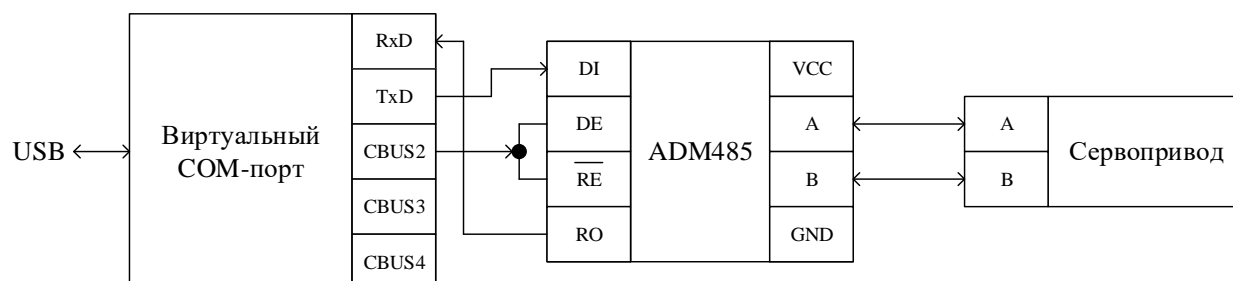
#### 3.4.1 Задание для выполнения.

Для управления сервоприводом будет использоваться блок «Виртуальный COM-порт», преобразователь «RS-485 – TTL». Виртуальный COM-порт подключен к компьютеру внутри макета. Для связи COM-порта и датчика, работающего по RS-485 необходим преобразователь ADM485, который преобразуют сигналы TTL с UART в дифференциальный сигнал RS-485.

1. При помощи ПО Simply Modbus Master установить угол поворота сервопривода. Получить диаграмму посылки при помощи логического анализатора.
2. Выполнить запрос на измерение угла поворота. Расшифровать полученное значение, сравнить с значением на корпусе сервопривода.

#### 3.4.2 Команды для сервопривода.

Для работы с датчиком необходимо подключение по следующей схеме.



### Основные характеристики

Наименование характеристики	Значение
Интерфейс	RS485

Протокол	Modbus RTU
----------	------------

### Параметры соединения:

Наименование характеристики	Значение
Скорость	115200
Число бит в сообщении	8
Четность	None
Стоп-бит	2

### Программа для работы с датчиком:

ПО Simply Modbus Master (инструкция по работе приведена в пункте 5.7).

### Структура запроса:

Адрес 1 байт	Код функции 1 байт	Данные 0..255 байт	CRC 2 байта
01	XX	XX	XX XX

Все данные передаются в ASCII символах.

Регистры:

00h – скорость, в радиан\*10/сек.

01h – угол положения сервопривода, в градусах.

### Команда записи скорости вращения

Адрес 1 байт	Код функции 1 байт	Адрес регистра 2 байта	Данные 2 байта	CRC 2 байта
01	06	00 00	XX XX	XX XX

Данные в данной команде должны быть в диапазоне 0x00 – 0x3C (0 – 60 радиан\*10/сек).

Пример (запись значения 0001 в регистр):

01 06 00 00 00 01 48 0A

Ответ в случае успешного выполнения операции полностью повторяет запрос.

В случае, если происходит попытка записи данных, выходящих за допустимый диапазон, генерируется ошибка данных.

Адрес 1 байт	Код функции 1 байт	Код ошибки 1 байт	CRC 2 байта
01	86	03	61 02

#### Команда установки угла

Адрес 1 байт	Код функции 1 байт	Адрес регистра 2 байта	Данные 2 байта	CRC 2 байта
01	06	00 01	XX XX	XX XX

Данные в данной команде должны быть в диапазоне 0x00-0xB4 (0° – 180°).

Пример (запись значения 00B4 в регистр):

01 06 00 01 00 B4 D8 7D

Ответ в случае успешного выполнения операции полностью повторяет запрос.

В случае, если происходит попытка записи данных, выходящих за допустимый диапазон, генерируется ошибка данных.

Адрес 1 байт	Код функции 1 байт	Код ошибки 1 байт	CRC 2 байта
01	86	03	61 02

Если при записи параметров в регистры, адрес регистра выходит за диапазон 0x0000-0x0001, то устройство генерирует ошибку:

Адрес 1 байт	Код функции 1 байт	Код ошибки 1 байт	CRC 2 байта
01	86	02	A1 C3

#### Команда изменения скорости через маску

Адрес 1 байт	Код функции 1 байт	Адрес регистра 2 байта	Маска И 2 байта	Маска ИЛИ 2 байта	CRC 2 байта
01	16	00 00	XX XX	XX XX	XX XX

Результат = (Текущее\_значение AND Маска\_И) OR (Маска\_ИЛИ AND (NOT Маска\_И))

Пример:

(Маска И 0x000F, маска ИЛИ 0x0030 на регистр 0):

01 16 00 00 0F 00 30 C6 11

Ответ в случае успешного выполнения команды полностью повторяет запрос.

### Команда изменения угла через маску

Адрес 1 байт	Код функции 1 байт	Адрес регистра 2 байта	Маска И 2 байта	Маска ИЛИ 2 байта	CRC 2 байта
01	16	00 01	XX XX	XX XX	XX XX

Результат = (Текущее\_значение AND Маска\_И) OR (Маска\_ИЛИ AND (NOT Маска\_И))

Ответ датчика на команду изменения скорости/угла через маску в случае, если адрес регистра вне диапазона:

Адрес 1 байт	Код функции 1 байт	Код ошибки 1 байт	CRC 2 байта
01	96	03	61 CE

### Команда чтения скорости

Адрес 1 байт	Код функции 1 байт	Адрес начального регистра	Количество элементов	CRC
01	03	00 00	00 01	XX XX

Пример (чтение регистра угла):

01 03 00 00 00 01 84 0A

Ответ датчика:

Адрес 1 байт	Код функции 1 байт	Число байт	Данные	CRC
01	03	02	XX XX	XX XX

### Команда чтения угла

Адрес 1 байт	Код функции 1 байт	Адрес начального регистра	Количество элементов	CRC
01	03	00 01	00 01	XX XX

Пример (чтение двух регистров):

01 03 00 00 00 02 C4 0B

Ответ датчика:

Адрес 1 байт	Код функции 1 байт	Число байт	Данные	CRC
01	03	02	XX XX	XX XX

Ошибки на команды чтения:

Адрес регистра вне диапазона (адрес > 01)

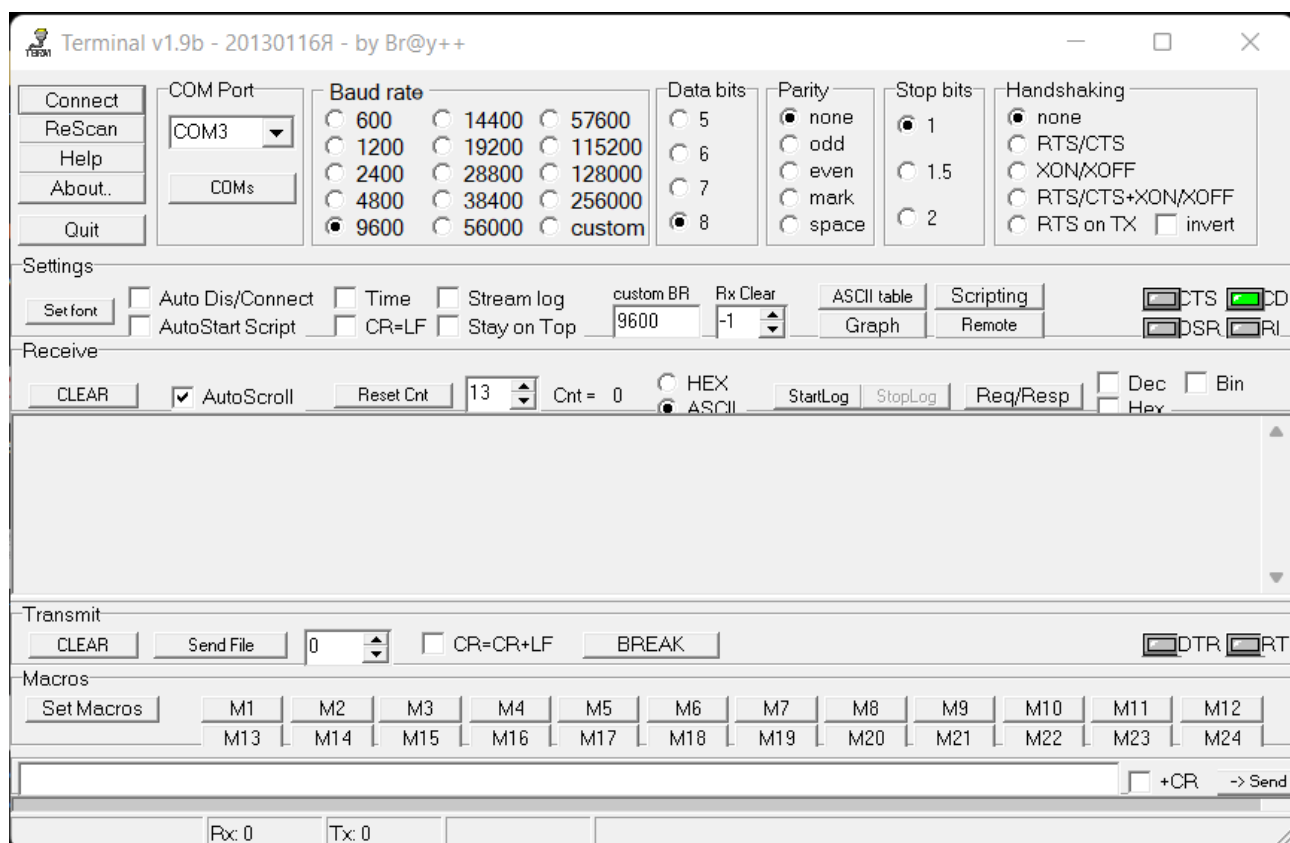
Адрес 1 байт	Код функции 1 байт	Код ошибки 1 байт	CRC 2 байта
01	83	02	C0 F1

#### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ОТЧЕТА

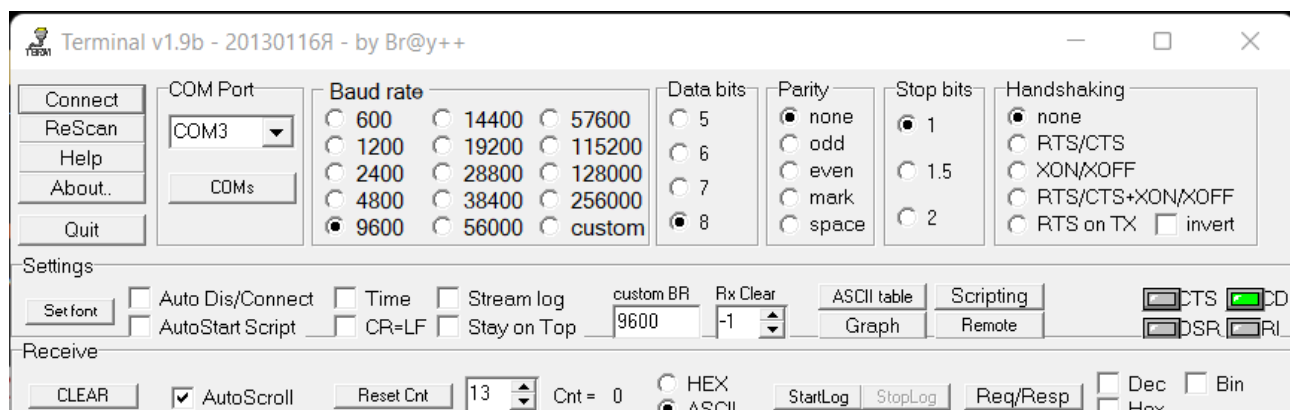
- цель работы;
- краткие теоретические сведения об интерфейсах RS485, RS422, протоколах Modbus.
- скриншоты работы в программах ПО Terminal и ПО Simply Modbus Master соответственно варианту заданий;
- расшифрованные результаты;
- скриншоты осциллограмм и скриншоты результатов, полученных в логическом анализаторе;
- выводы.

## 5 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

### 5.1 ПО Terminal

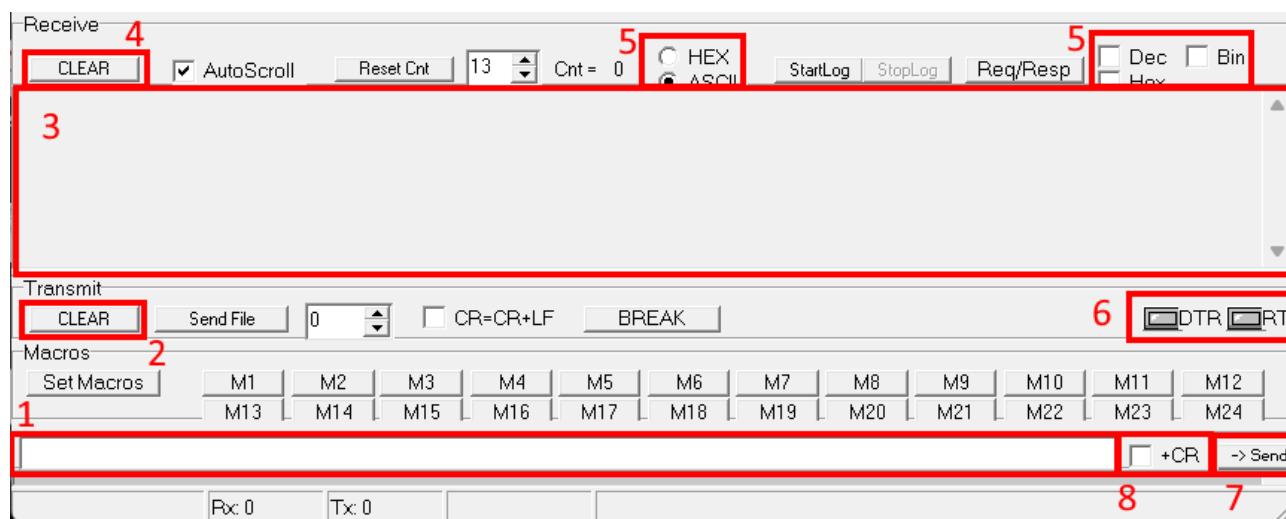


Интерфейс и основные настройки подключения по порту рассмотрены на рисунке



- Connect – для подключения к выбранному COM-порту (при успешном подключении в нижнем углу окна программы будет отображено «Connected»;
- COM Port – выбор номера порта (виртуальный COM-порт макета подключен к COM6);
- Baud rate – выбор скорости COM-порта;
- Data bits – выбор кол-ва бит, передаваемых за раз;

- Parity – выбор типа четности;
- Stop bits – выбор количества стоп-бит.



Приведено описание областей, помеченных цифрами на рисунке:

1. Поле для ввода сообщения (АТ-команды, байта и последовательности байт).
2. Кнопка для отчистки области отправленных команд, который располагается под областью с поз. 1.
3. Область, где отображаются принятые от модема данные (ответы), в случае, когда в модеме включен режим "Эхо" в этой области также будут отображаться и отправленные в модем данные (запросы).
4. Кнопка отчистки области для отображения принятых данных (ответов) с поз 3.
5. Переключатели для изменения области для отображения принятых данных (ответов) с поз 3.

Переключатель ASCII/HEX позволяет менять режим отображения принимаемых данных.

Переключатели Hex/Dec/Bin позволяют включить отображения дополнительных областей, где будут отображаться приходящие сообщения в соответствующем виде.

6. Кнопки DTR и RTS позволяют задействовать аппаратные возможности контроля передачи данных COM. По умолчанию рекомендуется их оставлять вы-



ключенными, но, если Вы уверены, что верно настроили COM, к которому подключен модем, а модем не отвечает, можете попробовать включить вначале RTS, потом DTR. Иногда это помогает, и модем начинает передавать ответы.

7. Кнопка отправки сообщения (AT-команды, байта и последовательности байт), равносильна нажатию клавиши "ВВОД (Enter)".

8. Флажок для добавления так называемой "корректики" к сообщению. Этот флажок необходимо включать при передаче AT-команд в текстовом (ASCII) виде, и необходимо выключать при передаче байтов и последовательности из байтов.

То есть при отправке команд (AT, AT+CSQ и т.д.) данный флажок должен быть включен, а при передаче сообщения \$2B\$2B\$2B выключен.

Еще несколько правил формирования сообщений для отправки через ПО Terminal:

Для отправки 16-ричных символов последовательно с компьютера (при помощи программы Terminal) нужно в поле ввода ввести:

`$ab$cd`

где a, b, c, d – необходимые числа в 16-ричной системе

Для вычисления контрольной суммы в конце посылки необходимо добавить в конце %SUM:

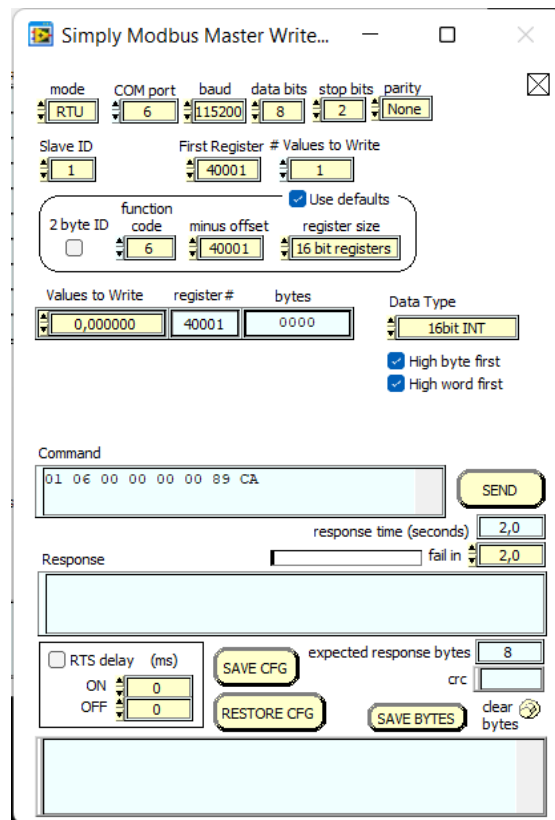
`$ab$cd%SUM`

## 5.2 ПО Simply Modbus Master

1. В программе Simply Modbus Master открыть опции записи «WRITE».

2. Установить параметры записи согласно разделу 5. Выбрать mode ASCII или RTU для датчика освещенности и сервопривода соответственно. COM-порт выбрать COM6. Установить необходимые параметры сообщения в зависимости от датчика. Slave ID (адрес устройства) оставить равным 1 по умолчанию. Установить в первом регистре значение равное 40001, либо 40002 в зависимости от адреса регистра для передачи команды, число передаваемых сообщений равное 1. В поле «Values to Write» ввести необходимое число согласно команде.

Отправляемая посылка отображается в поле «Command».



Simply Modbus Master Write...

mode: RTU, COM port: 6, baud: 115200, data bits: 8, stop bits: 2, parity: None

Slave ID: 1, First Register: 40001, # Values to Write: 1

2 byte ID: ☐ function code: 6, minus offset: 40001, register size: 16 bit registers (Use defaults checked)

Values to Write: 0,000000, register #: 40001, bytes: 0000, Data Type: 16bit INT

High byte first: ☒, High word first: ☒

Command: 01 06 00 00 00 00 89 CA, SEND

response time (seconds): 2,0, fail in: 2,0

Response: [Empty text box]

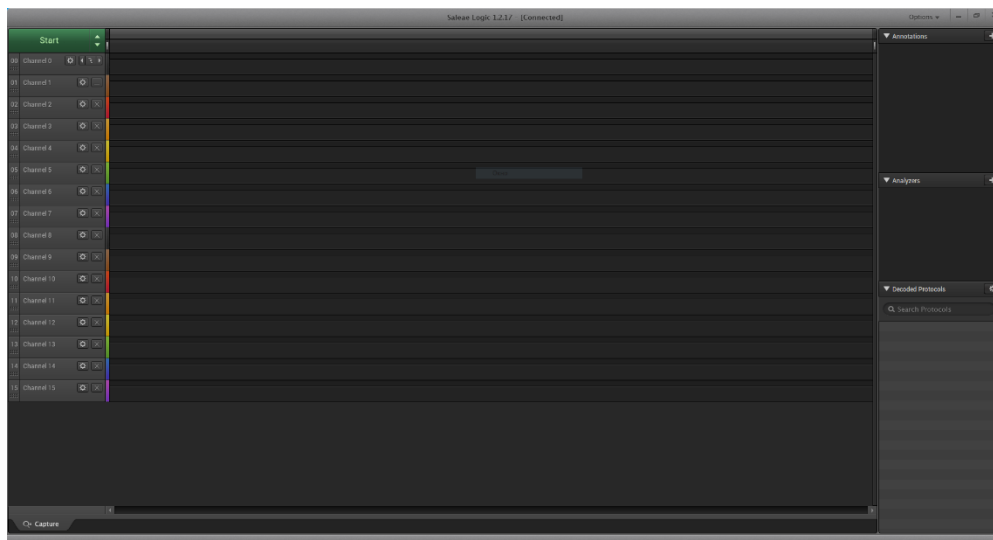
RTS delay (ms): ON 0, OFF 0, SAVE CFG, RESTORE CFG, expected response bytes: 8, crc: [Empty], SAVE BYTES, clear bytes: [X]

3. Для передачи сообщения нажать «SEND».

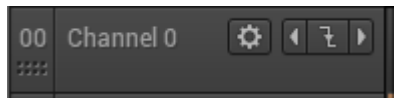
4. В поле «Response» отобразится принимаемое сообщение.

### 5.3 Логический анализатор

Для работы с логическим анализатором необходимо запустить программу Logic 1.2.17 и дождаться подключения логического анализатора, о чем будет свидетельствовать надпись «[Connected]» сверху окна.



Далее необходимо подключить выход передатчику к разъему PI0 логического анализатора (при исследовании сигнала TTL) либо подключить канал А и В к разъемам PI0 и PI1 логического анализатора соответственно (при исследовании сигнала RS-485). В настройке «Channel 0» выбрать настройку триггера по отрицательному фронту (переход с верхнего уровня на нижний, с направлением стрелки вниз).



Для начала отслеживания, необходимо нажать «Start», где начнется ожидание отрицательного фронта сигнала.

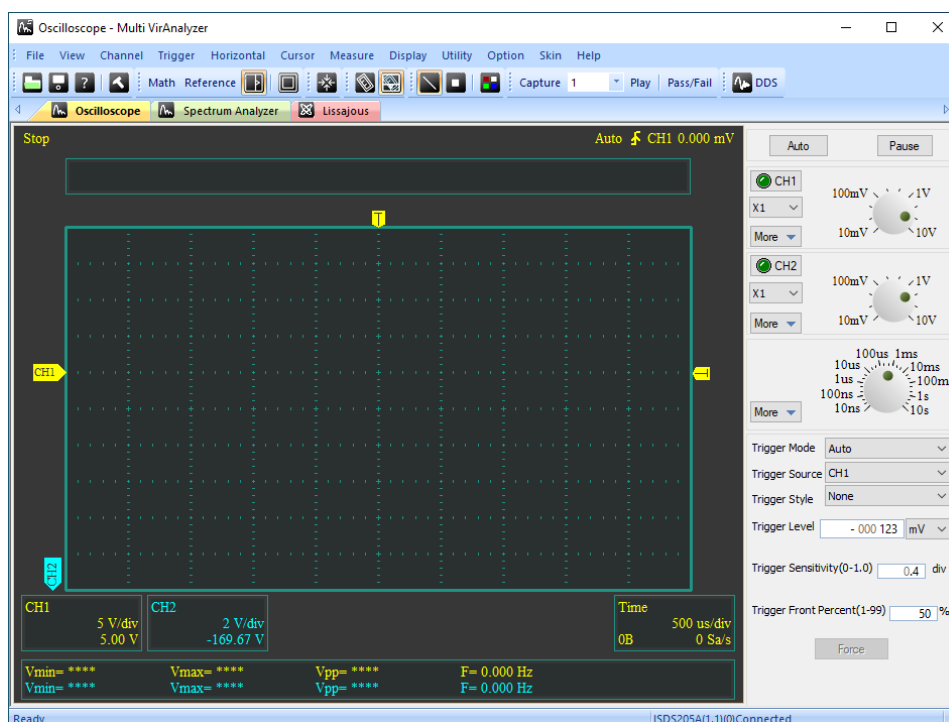
Далее при подаче сигнала с виртуального СОМ-порта на логический анализатор отрицательный фронт стартового бита запустит анализ посылки и отобразится переданная посылка.




Для анализа следующих посылок также нажать кнопку «Start» и подать посылку на разъемы логического анализатора.

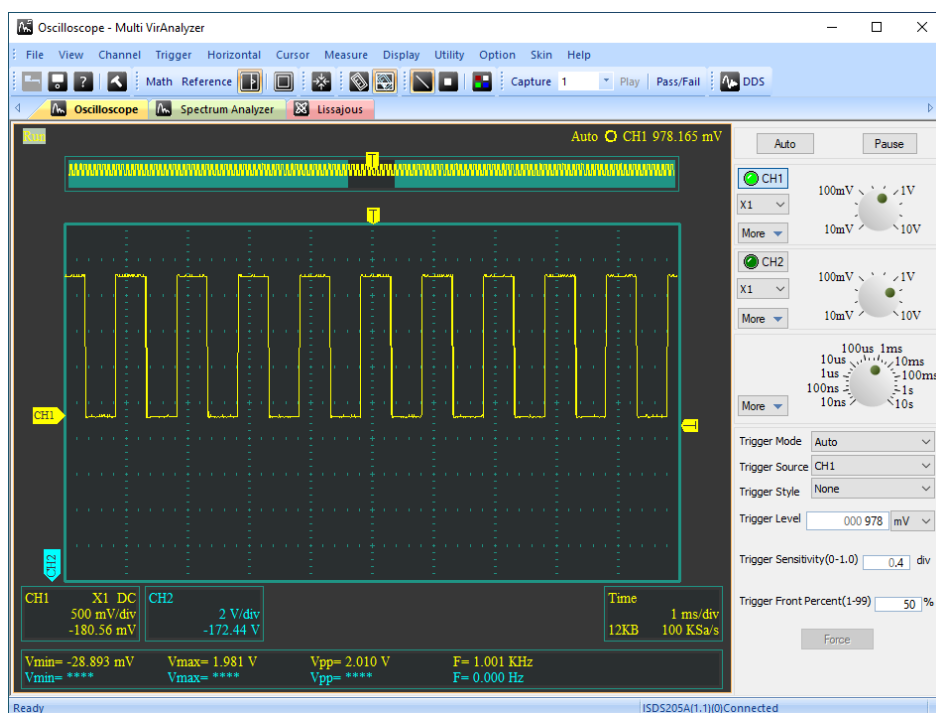
## 5.4 Осциллограф

Для работы с осциллографом используется приложение Multi VirAnalyzer.



Для начала работы необходимо нажать на кнопку для подключенного канала осциллографа .

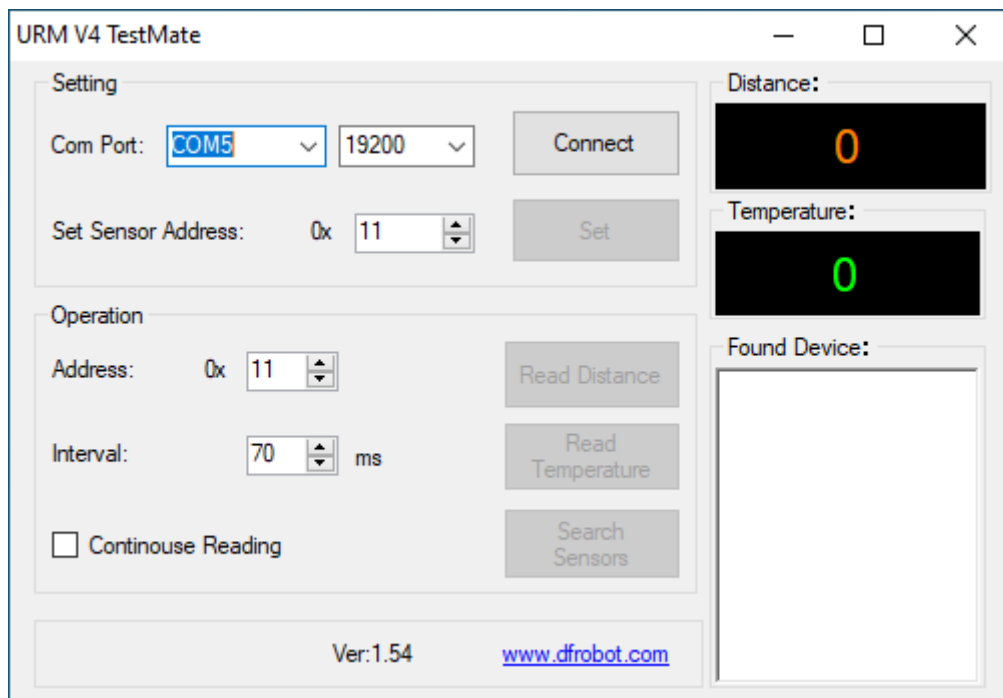
После чего подать на разъем осциллографа исследуемый сигнал. Осциллограмма отобразится автоматически в графическом поле.



В поле настроек можно настраивать работу каналов осциллографа, либо выбрать автоматический режим.

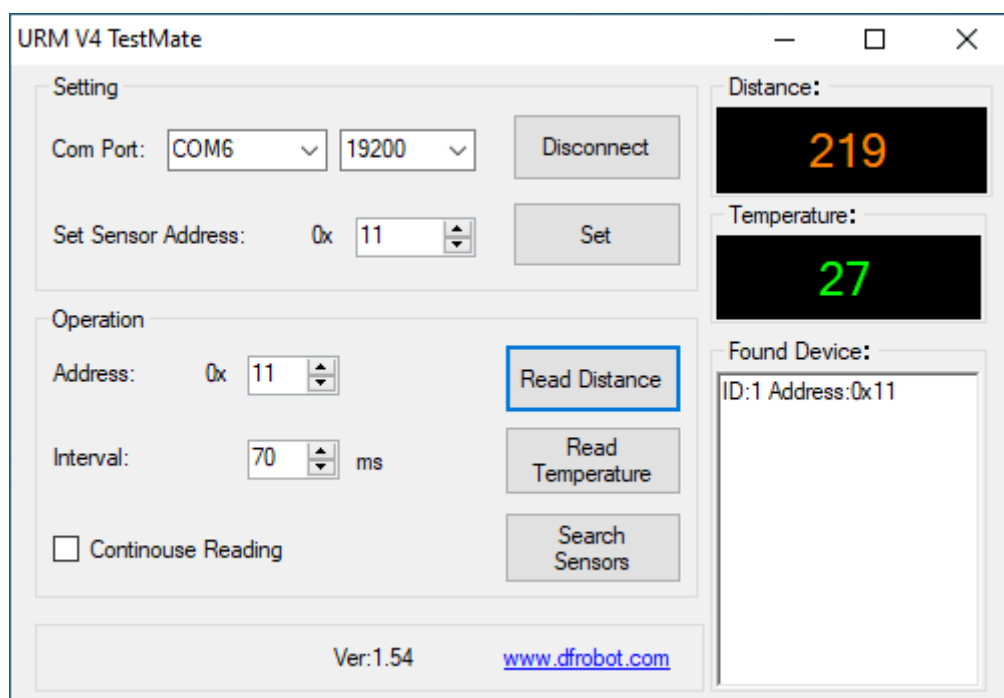
### 5.5 ПО URMV4HelpMate для работы с датчиком расстояний

Для работы с датчиком расстояний имеется программа URMV4HelpMate.



Для связи с датчиком расстояний необходимо подключить его к виртуальному СОМ-порту через преобразователь TTL–RS-485. В программе выбрать СОМ-порт №6. Скорость передачи данных выбрать для датчика расстояний и нажать «Connect».

Далее для запроса чтения расстояния необходимо нажать «Read Distance» и в поле «Distance» отобразится измеренное расстояние. Для запроса чтения температуры нажать кнопку «Read Temperature».



## 6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ