


«Утверждаю»
Генеральный директор
ООО «НТП«Горизонт»

 Б.Б.Кузьменко
«01» сентября 2019г.

**Многоканальный тензометрический измерительный усилитель TSG-S02
8, 16, 32 канала**

Руководство по эксплуатации

МПГТ411618.023 РЭ

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-техническое производственное предприятие «Горизонт» (ООО «НТП «Горизонт»),
129926 , Москва, 3-я Мытищинская, д.16 стр.14
Тел/факс +7(495)909-1284
E-mail: info@ntpgorizont.ru, сайт www.ntpgorizont.ru

Настоящее руководство по эксплуатации (далее «Руководство») содержит технические характеристики, описание устройства и принципа действия, а также сведения, необходимые для правильной эксплуатации многоканального тензометрического измерительного усилителя (далее «Тензостанции») **TSG-S02** .

Настоящее руководство является обязательным к применению. Перед началом эксплуатации многоканального тензометрического измерительного усилителя следует внимательно изучить настоящее руководство.

Настоящее руководство по эксплуатации является частью сопроводительной документации поставки. Допускается поставка тензометрического измерительного усилителя, укомплектованным одним руководством по эксплуатации.

1. Описание и принцип действия

1.1. Назначение и принцип действия

1.1.1 Тензостанции TSG-S02 предназначены для измерения электрических сигналов от датчиков различных физических величин, преобразования сигналов в цифровую форму и передачи измерительных данных по цифровым интерфейсам в компьютерные системы и имеет следующие возможности:

- измерение напряжений и деформаций в элементах строительных конструкций и деталях машин и механизмов с помощью тензометрических измерительных преобразователей (тензорезисторов), включенных по мостовой, полумостовой и четвертьмостовой схемам измерений;
- измерение температуры с помощью термодпар, термопреобразователей;
- измерение показаний с датчиков с выходом по току и напряжению
- измерение показаний с потенциометрических датчиков
- измерение показаний с струнных датчиков

1.1.2 Основными областями применения TSG-S01 является:

- построение систем мониторинга строительных конструкций;
- проведение исследований и испытаний узлов строительных конструкций и элементов механизмов.

1.1.2 Принцип действия усилителей основан на аналого-цифровом преобразовании входных электрических сигналов от первичных измерительных преобразователей (далее – ИП), тензометрических, термоэлектрических, струнных датчиков, термометров сопротивления, датчиков выходными сигналами силы и напряжения постоянного тока и дальнейшей их передаче на персональный компьютер по интерфейсу RS-485, USB или Bluetooth.

1.1.3 Усилитель конструктивно выполнен в виде базового модуля, на панели которого располагаются соединительные разъемы, и сменных усилительных модулей. Сменные модули выполнены в виде печатных плат, подключаемых к каналам базового модуля усилителя.

1.1.4 Сменные модули МТ предназначены для подключения тензорезисторов.

1.1.5 Сменные модули М10V предназначены для измерений напряжения постоянного тока в диапазоне ± 10 В.

1.1.6 Сменные модули М1V предназначены для измерений напряжения постоянного тока в диапазоне ± 1 В и измерений сигналов термоэлектрических преобразователей.

1.1.7 Сменные модули М20mA предназначены для измерений силы постоянного тока.

1.1.8 Сменные модули МРt предназначены для измерений сигналов термометров сопротивления.

1.1.9 Управление усилителями осуществляется при помощи персонального компьютера через интерфейсы RS-485, USB или Bluetooth.

1.1.10 Базовый модуль TSG-S02 в режиме измерения тензорезисторов проводит измерения напряжения на плечах разбалансированного резисторного моста по отношению к напряжению питания моста. С помощью внутренней коммутации резисторный мост может быть образован из четырех внешних резисторов (подключение по схеме мост), двух внешних и двух внутренних резисторов (подключение по схеме полумост) или одного внешнего и трех внутренних резисторов (подключение по схеме четвертьмост).

Напряжение на плечах моста измеряется с помощью прецизионного 24-разрядного АЦП со встроенным драйвером и усилителем с программируемым усилением. Питание моста обеспечивается с помощью стабилизатора напряжения постоянного тока. При этом питающее напряжение моста в зависимости от схемы включения и сопротивления внешних резисторов находится в пределах от 2,0 до 3,0 В. Опорное напряжение АЦП всегда обеспечивается равным питающему напряжению, по отношению к которому производятся измерения. Коммутация входов АЦП, входов опорного напряжения АЦП, выхода стабилизатора и внутренних резисторов на разъемы станции осуществляется с помощью управляемых аналоговых ключей. Управление АЦП и ключами осуществляется с помощью 32-разрядного микроконтроллера, который принимает команды и передает результаты измерения терминалу (компьютеру).

1.1.11

1.2. Информация для заказа

Базовые модули Тензостанции TSG-S02 выпускается в следующих модификациях:

Таблица 1

Условное обозначение при заказе	Модельный ряд. Описание изделия	Количество измерительных каналов
TSG-S02-8	Измерительная тензометрическая станция цифровая. Выход RS-485. 8 измерительных каналов	8
TSG-S02-16	Измерительная тензометрическая станция цифровая. Выход RS-485. 16 измерительных каналов	16
TSG-S02-32	Измерительная тензометрическая станция цифровая. Выход RS-485. 32 измерительных канала	32
TSG-S02-8B	Измерительная тензометрическая станция цифровая. Выход RS-485. 8 измерительных каналов. Поддержка Bluetooth	8
TSG-S02-16B	Измерительная тензометрическая станция цифровая. Выход RS-485. 16 измерительных каналов. Поддержка Bluetooth	16
TSG-S02-32B	Измерительная тензометрическая станция цифровая. Выход RS-485. 32 измерительных канала. Поддержка Bluetooth	32

Сменные модули тензостанции выпускаются в следующих модификациях:

Таблица 2

Условное обозначение при заказе	Модельный ряд. Описание изделия	Количество измерительных каналов
MT-S02	Сменный модуль M10V. Измерение напряжения постоянного тока в диапазоне $\pm 10\text{В}$.	2
M10V-S02	Сменный модуль M10V. Измерение напряжения постоянного тока в диапазоне $\pm 10\text{В}$.	2
M1V-S02	Сменный модуль M1V. Измерение напряжения постоянного тока в диапазоне $\pm 1\text{В}$.	2
M20mA-S02	Сменный модуль M20mA. Измерение силы постоянного тока	2
MPt-S02	Сменный модуль MPt. Измерение сигналов термометров сопротивления	2

1.3. Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики представлены в Таблице 3

Таблица 3

Метрологические характеристики базового модуля

Наименование характеристики	Значение	
Диапазоны измерений коэффициента преобразования, мВ/В	$\pm 5, \pm 10$	
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений коэффициента преобразования, % от диапазона	$\pm 0,05$	
Диапазон измерений частоты колебаний (для струнных датчиков), Гц	от 200 до 8000	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты колебаний	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$	

Метрологические характеристики усилителей с модулями M10V

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений напряжений постоянного тока, В	± 10
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений напряжений постоянного тока, % от диапазона	$\pm 0,05$

Метрологические характеристики усилителей с модулями M1V

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений напряжений постоянного тока, В	± 1
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений напряжений постоянного тока, % от диапазона	$\pm 0,05$
Диапазон измерений сигналов термоэлектрических преобразователей с НСХ J, T, E, K, N, L по ГОСТ Р 8.585-2001, °C	от -100 до +100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений сигналов термоэлектрических преобразователей с НСХ J, T, E, K, N, L по ГОСТ Р 8.585-2001, °C	± 1

Метрологические характеристики усилителей с модулями M20mA

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений силы постоянного тока, mA:	от 0 до 20
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений силы постоянного тока, % от диапазона	$\pm 0,05$

Метрологические характеристики усилителей с модулями MPt

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений сигналов термометров сопротивления с НСХ Pt 100, Pt 1000, °C	от -100 до +100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений сигналов термометров сопротивления с НСХ Pt100, °C	$\pm 0,3$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений сигналов термометров сопротивления с НСХ Pt1000, °C	± 1

Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Количество измерительных каналов	2, 8, 16, 32

Схемы включения тензорезисторов	мост, полумост, четвертьмост
Номинальное сопротивление тензорезистивных преобразователей, включенных по схеме четвертьмост, Ом	100, 120, 200, 350*
Номинальное сопротивление тензорезистивных преобразователей, включенных по схемам мост и полумост, Ом	от 50 до 1000
Номинальное входное сопротивление усилителей со сменными модулями: - M10V, кОм - M1V, МОм - M20mA, Ом	11 1 550
Номинальный измерительный ток усилителей с модулями MPt, mA	0,3
Напряжение питания тензорезисторов, В	от 2 до 3
Внешние интерфейсы - для модификаций TSG-S02-8B, TSG-S02-16B, TSG-S02-32B TSG-S02-8B, TSG-S02-16B, TSG-S02-32B	RS-485, USB, RS-485,USB, Bluetooth
Условия измерений: - температура окружающей среды - относительная влажность воздуха (без конденсации), % не более	от -50 до +65 95
Напряжение питания, В - через клемму RS485 - через разъем USB	от 7 до 28 от 4,5 до 5,5
Потребляемая мощность, Вт, не более	1,2
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм, не более	300x255x130
Масса, кг, не более	2

Примечания:

* Конфигурируется при заказе.

1.4. Состав изделия и комплект поставки

Комплект поставки измерителя приведен в таб.3

Таблица 3

п.п.	Наименование	Количество, шт.
1	Базовый модуль тензометрического измерительного комплекса	1
2	Сменный модуль МТ	4 (для базовых модулей с 8 каналами) 8 (для базовых модулей с 16 каналами) 16 (для базовых модулей с 32 каналами)
3	Сменный модуль M10V	По заказу
4	Сменный модуль M1V	По заказу
5	Сменный модуль M20mA	По заказу
6	Сменный модуль MPt	По заказу
7	Кабель USB	1
8	Отвертка	1
9	Паспорт	1
10	Руководство по эксплуатации	Одно на партию

1.5. Устройство тензостанции

1.5.1 Внешний вид передней панели тензостанции представлен на рис.1.



Рисунок 1 - Внешний вид лицевой панели базового тензостанции TSG-S02-16

1.5.2 На лицевой панели расположены

- кнопка включения/выключения питания. При включении тензостанции, кнопка загорается синим светом.
- разъемы для подключения сменных модулей. К одному разъему подключается сменный модуль на 2 измерительных канала. Разъемы промаркированы в соответствии с названиями измерительных каналов в программном обеспечении.
- разъем <USB> предназначен для подключения ПК через USB, так же через этот разъем осуществляется питание тензостанции при работе по Bluetooth
- разъем линии RS-485

2. Подключение тензостанции

2.1 Питание тензостанции

2.1.1 Питание тензостанции может осуществляться напряжением 5В через USB и АКБ. Для этого достаточно подключить тензостанцию к ПК с помощью разъема <USB> или подключить к тензостанции АКБ 5В (типа PowerBank USB).

2.1.2 Тензостанция может быть запитана питанием +9..+28В через разъем RS-485. Назначение контактов в разъеме <RS-485> представлено ниже представлено в таб. 3

Таблица 3

№ контакта (справа налево)	Назначение клеммы	Внешний вид разъема тензостанции
1	Data-	
2	Data+	
5	GND (0 питания)	
4	Питание +9..+28В	
5	Экран кабеля	

2.2 Подключение тензостанции по линии RS-485

2.2.1 Подключение линии RS-485 осуществляется по двухпроводной схеме через разъем <RS-485>. Назначение контактов представлено в таб. 3

2.3 Подключение тензорезисторов к измерительным каналам

2.3.1 Подключение тензорезисторов к тензостанции для любой схемы подключения осуществляется с помощью съемных модулей МТ, входящих в комплект поставки.

2.3.2 Схемы подключения тензорезисторов, которые поддерживает TSG-S01 приведены в таб. 4.

Таблица 4

Обозначение Схемы	Тип моста	Тип линии	Количество подключаемых	Примечание
-------------------	-----------	-----------	-------------------------	------------

			тензорезисторов (для модификации с 32 каналами)	
1.4	Четвертьмост	4-х проводная	1x32	Термокомпенсация. Компенсация сопротивления кабеля, разъема и ключей. Необходимо подключение не менее одного термокомпенсирующего тензорезистора к любому из разъемов.
2.4	Полумост	4-х проводная	2x32	Термокомпенсация. Частичная компенсация сопротивления кабеля, разъема и ключей.
2.5	Полумост	5-и проводная	2x16	Термокомпенсация. Компенсация сопротивления кабеля, разъема и ключей.
4.4	Мост	4-х проводная	4x32	Термокомпенсация. Частичная компенсация сопротивления кабеля, разъема и ключей.
4.6	Мост	6-и проводная	4x16	Термокомпенсация. Компенсация сопротивления кабеля, разъема и ключей.

ВНИМАНИЕ: Рекомендуется использовать схемы включения 1.4, 2.5 и 4.6, которые обеспечивают наибольшую точность измерения

2.3.2 Тензорезисторы, и другие датчики с выходом по напряжению подключаются к тензостанции с помощью кабеля FTP категории 5е (рекомендуется использовать одножильный кабель). В случае использования многожильного кабеля рекомендуется использовать кабельные наконечники.

2.3.3 Подключение жил кабеля осуществляется с помощью клемм, расположенных на сменном модуле МТ.

2.3.4. Схема монтажа кабеля для различных схем подключения приведена в таб. 5.

Таблица 5

№ контакта на сменном модуле (слева направо)	Обозначение	Цвет провода
1	VA-	Синий
2	VA+	Бело-синий
3	INA-	Зеленый
4	INA+	Бело-зеленый
5	VB-	Коричневый
6	VB+	Бело-коричневый
7	INB-	Оранжевый
8	INB+	Бело-оранжевый

2.3.4 Схемы подключения тензорезисторов представлены на рис. 3. Схемы обозначены в соответствии с таб. 4.

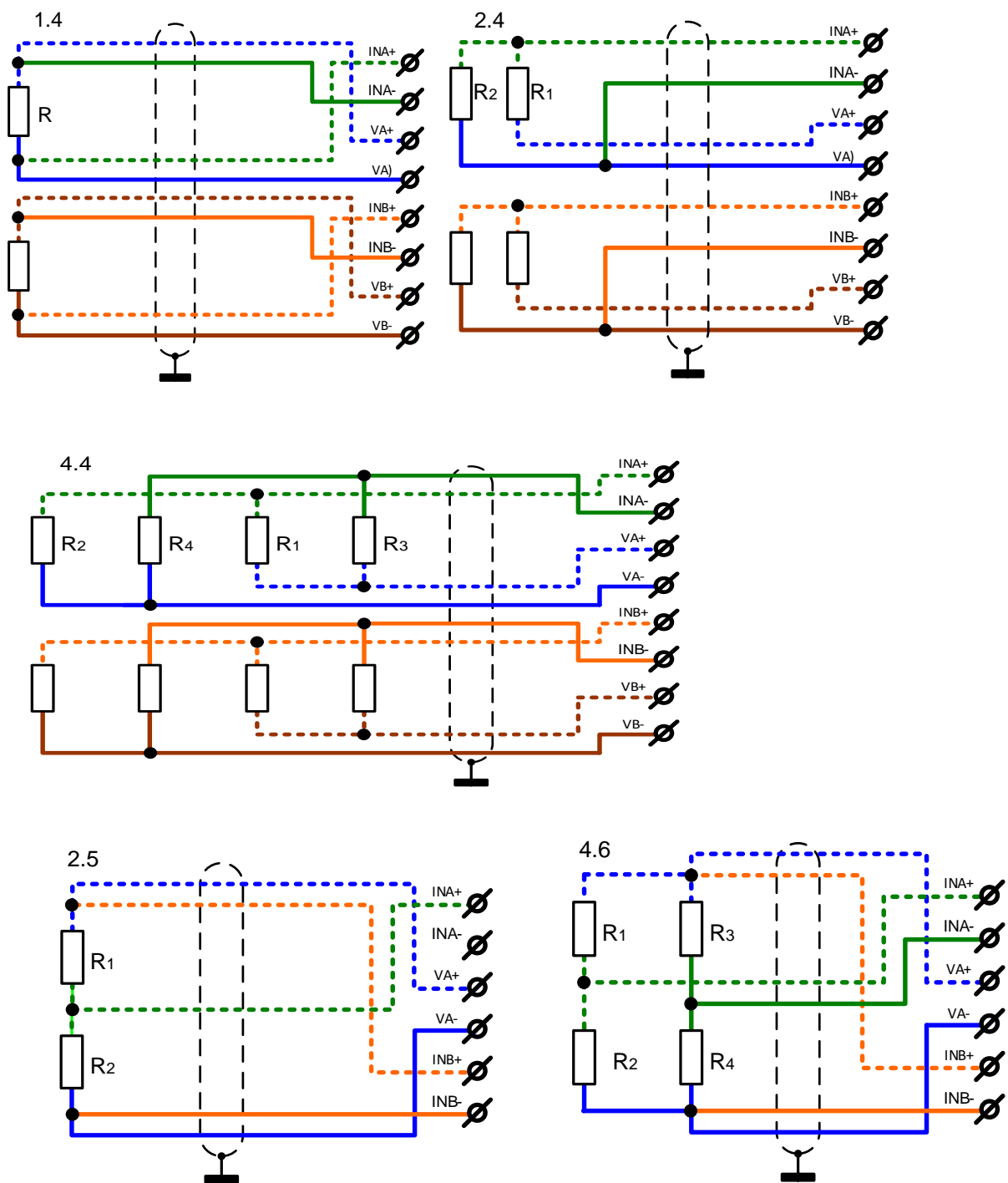


Рисунок 3 - Схемы подключения тензорезисторов

2.4 Подключение термопар и датчиков температуры к измерительным каналам

2.4.1 Подключение термопар и датчиков температуры осуществляется с помощью съемных модулей МТ, входящих в комплект поставки.

2.4.2 Схема подключения термопар и датчиков температуры TMP36GT компании Analog Devices, представлены на рис. 4

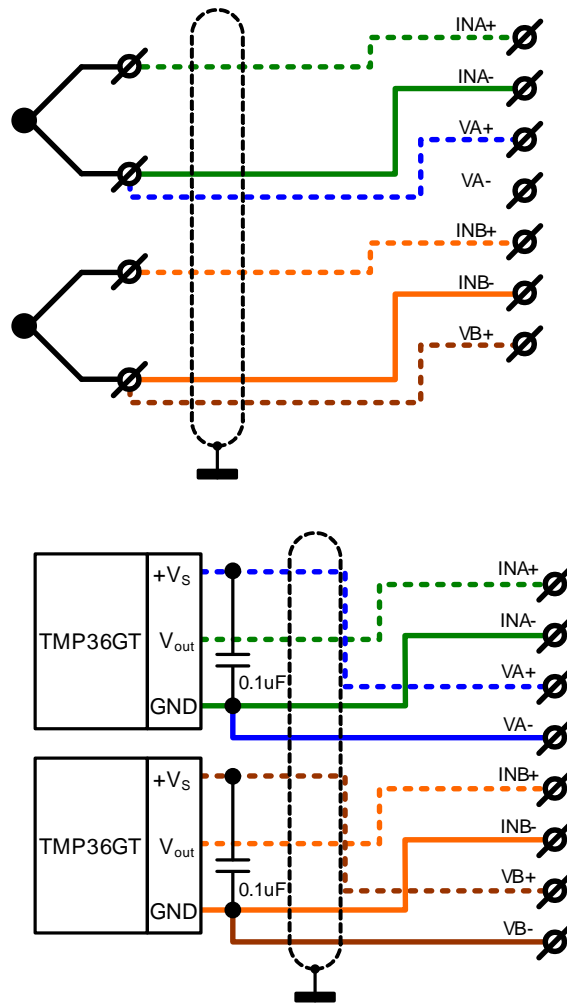


Рисунок 4 - Схемы подключения термопар и датчиков температуры TMP36GT

2.5 Подключение струнных датчиков

2.4.3 Подключение струнных датчиков к тензостанции осуществляется с помощью съемных модулей МТ, входящих в комплект поставки.

2.4.4 Схема подключения струнных датчиков представлены на рис. 5

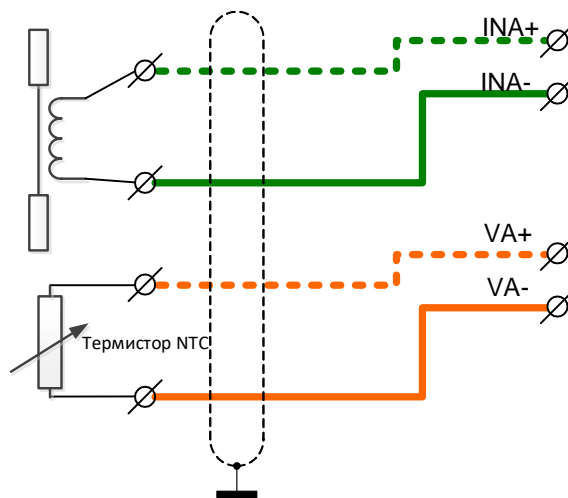


Рисунок 5 - Схемы подключения струнных датчиков с термисторным датчиком температуры

3 Подключение тензостанции к ПК

3.1 Подключение устройства по USB

3.1.2 Для подключения тензостанции по USB впервые необходимо установить драйвер последовательного интерфейса через USB. Для этого произведите установку драйвера MCP2221 Windows Driver, поставляемого на CD-диске в комплекте с тензостанцией.

ВНИМАНИЕ: Перед началом работы рекомендуется загрузить последние доступные версии ПО тензостанции с сайта производителя НТП Горизонт по адресу <http://www.ntpgorizont.ru/biblioteka/documentation/>

3.1.3. Откройте **Диспетчер устройств Windows**. Убедитесь, что в перечне COM-портов появился USB Serial Port, как показано на рис. 4.

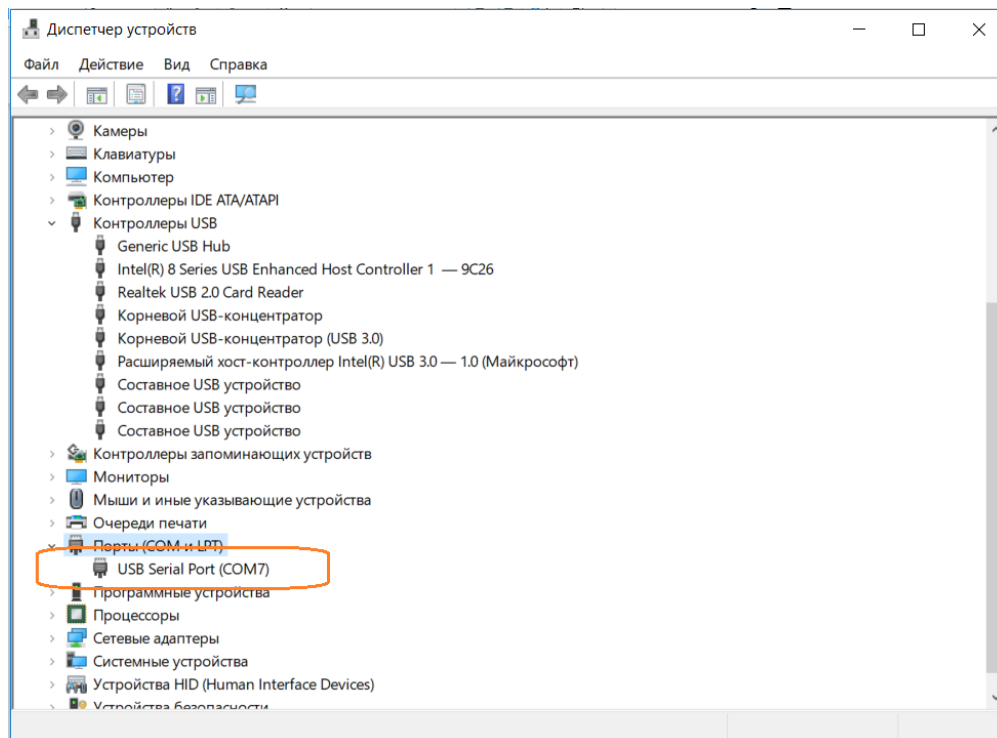


Рисунок 4 – Настройка подключения по USB

3.1.4 Запомните номер присвоенного COM-порта.

ВНИМАНИЕ: В силу особенности работы ОС Windows при повторном подключении устройства номер COM-порта подключения тензостанции может быть переназначен. Рекомендуем проверять присвоенный операционной системой номер COM-порта после каждого подключения тензостанции.

3.1.5 При установлении соединения после запуска программы TSGS01.exe загорится зеленый индикатор <D2>.

3.2 Подключение устройства по Bluetooth

3.2.1 Описание подключения тензостанции по Bluetooth представлено для ПК, имеющего встроенный Bluetooth-модуль. Описание представлено для ОС Windows10. В случае необходимости подключения тензостанции к ПК с внешним Bluetooth-адаптером, или с ОС, отличной от Windows10 необходимо обратиться в техническую поддержку НТП «Горизонт».

3.2.2 В нижнем правом углу рабочего стола ПК откройте службу настройки Bluetooth.

3.2.3 В открывшемся окне **Службы настройки Bluetooth** выберите «Добавление Bluetooth или другого устройства», как показано на рис. 5.

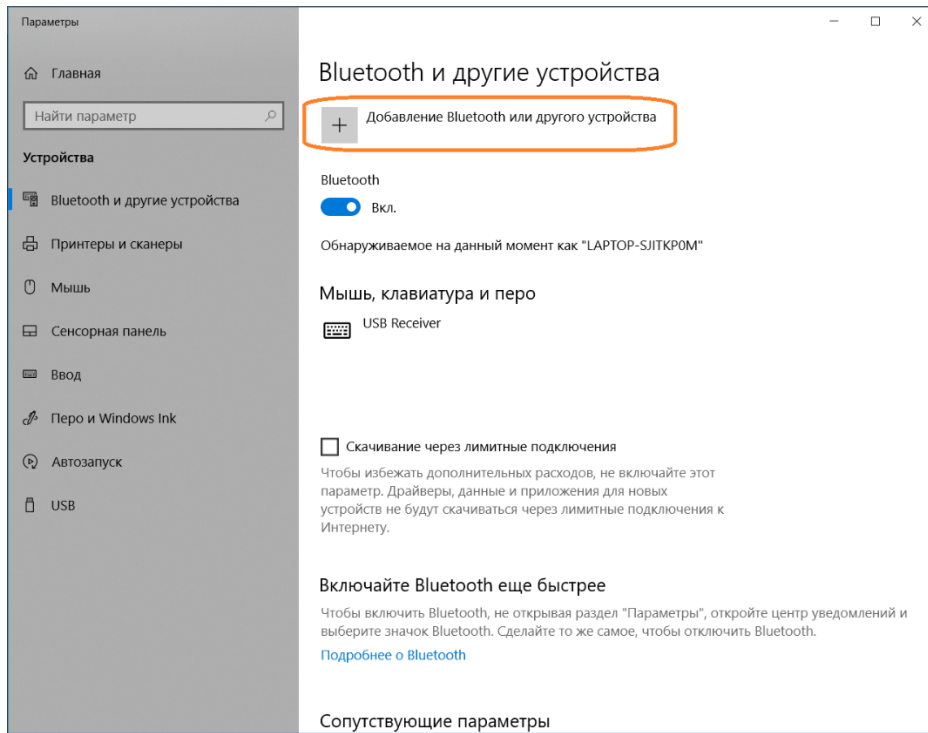


Рисунок 5 – Настройка подключения по Bluetooth

3.2.4 В возникшем окне выберите из списка тип устройства Bluetooth, в открывшемся списке устройств выберете устройство TSG-S.

3.2.5. Пароль для подключения устройства:

Название устройства	TSG-S02 No XXX
Пароль	1234

3.2.6 После ввода пароля будет произведено подключение тензостанции к ПК.

3.2.7 Откройте **Диспетчер устройств Windows**. Убедитесь, что в перечне Bluetooth-устройств появилась тензостанция, а в перечне COM-портов появился Стандартный последовательный порт по соединению Bluetooth, как показано на рис. 6.

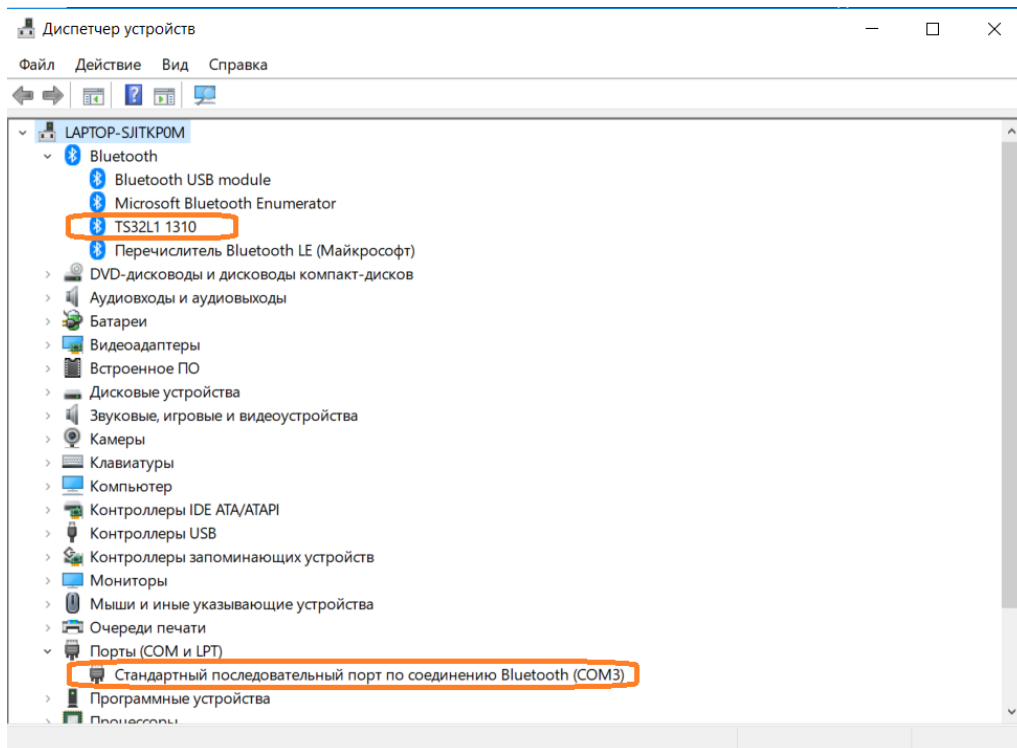


Рисунок 6 – Настройка подключения по Bluetooth

3.2.8 Запомните присвоенный номер COM-порта.

ВНИМАНИЕ: В силу особенности работы ОС Windows при повторном подключении устройства номер COM-порта подключения тензостанции может быть переназначен. Рекомендуем проверять присвоенный операционной системой номер COM-порта после каждого подключения тензостанции.

3.2.9 Откройте программу TSG-S.exe для проведения измерений

Подключение устройства по RS-485

3.4.1 Произвести настройку преобразователя интерфейсов в соответствии с инструкцией на применяемый преобразователь интерфейсов, установив следующие настройки соединения:

Тип линии	RS485 2 wire
Скорость соединения	115200 Бит/сек
Проверка четности	Нет

3.3.3 Откройте **Диспетчер устройств Windows**. Убедитесь, что в перечне COM-портов появилось соединение с преобразователем интерфейсов. Запомните присвоенный номер COM-порта.

3.3.4 Откройте программу TSG-S.exe для проведения измерений

ВНИМАНИЕ: В силу особенности работы ОС Windows при повторном подключении устройства номер COM-порта подключения тензостанции может быть переназначен. Рекомендуем проверять присвоенный операционной системой номер COM-порта после каждого подключения тензостанции.

4. Описание программного обеспечения

4.1. Установка и начало работы с ПО

4.1.1 Программное обеспечение тензостанции TSG-S предназначено для работы на ПК с операционной системой MS Windows 2000/XP/7/10 и предоставляет пользователю следующие возможности:

- настройку измерительных каналов станции для проведения измерений с помощью подключенных к станции тензорезисторов и/или других датчиков;
- проведение измерений;
- отображения результатов измерений в виде таблицы и диаграммы;
- сохранение настроек и результатов измерений в файлах PC.

4.1.2. Для установки программы необходимо скопировать исполняемый файл программы TSG-S.exe в любую директорию ПК.

ВНИМАНИЕ: Перед началом работы рекомендуется загрузить последние доступные версии ПО тензостанции с сайта производителя НТП Горизонт по адресу <http://www.ntpgorizont.ru/biblioteka/documentation/>

4.1.3. Запустите программу, нажав на исполняемый файл программы TSG-S.exe

4.1.4. После запуска исполняемого файла на экране ПК появляется главное окно программы, которое содержит стандартные заголовок, строку меню, панель инструментов и строку состояния.

4.1.5. В строке Меню выберите Измерение / Настройка канала.

4.1.6 В открывшемся окне выберите из списка присвоенный при установлении подключения номер COM-порта, как показано на рис.7.

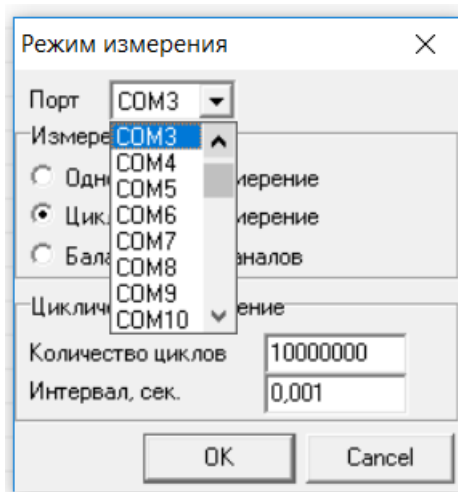


Рисунок 7. Настройка COM-порта

4.1.7 В рабочей области окна расположены либо таблица и диаграмма результатов измерений (рис.8), либо таблица настроек каналов станции (рис.9).

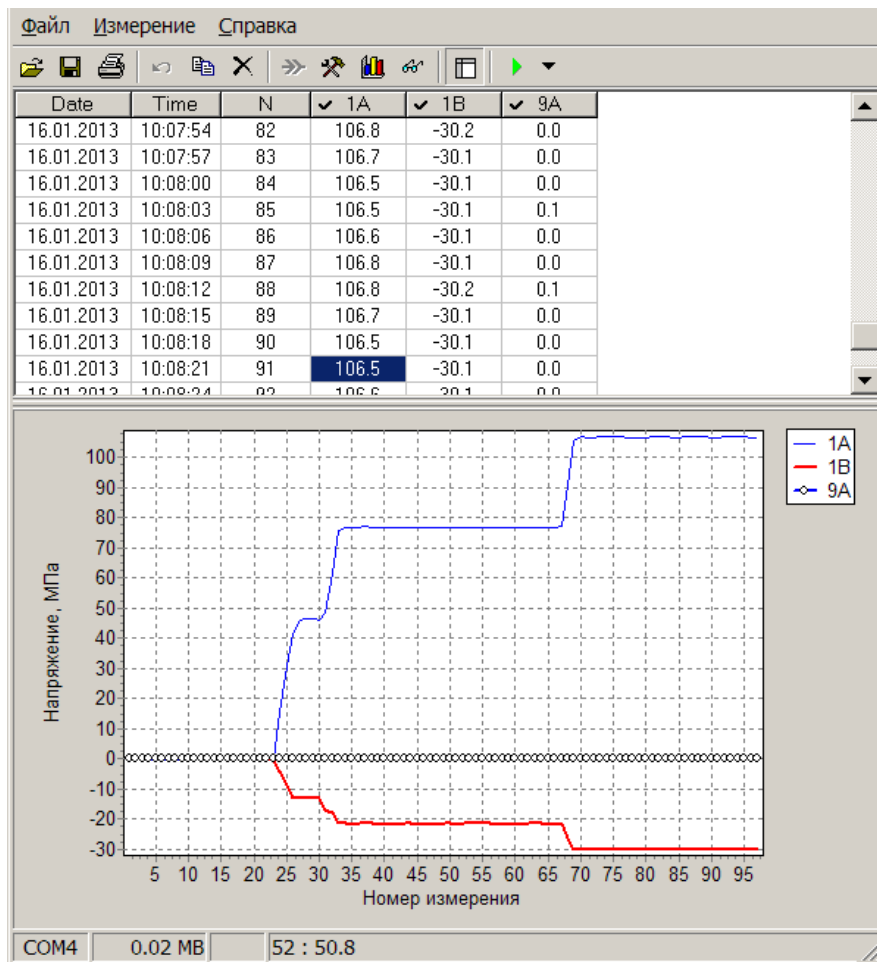



Рисунок 8 - Рабочее окно программы с таблицей и диаграммой результатов измерений.

4.2. Настройка программы для проведения измерений с помощью тензорезисторов

4.2.1. Настройка программы для проведения измерений с помощью подключенных к станции тензорезисторов осуществляется в режиме отображения таблицы настроек каналов станции (рис. 9), для этого в панели инструментов нажмите кнопку  .

Канал	Схема	R, Ом	k	E, ГПа	Термоко...	Смеще...	Дефор...	Напря...
1A	1.4	100	2.120	200.00	10A	-175	533	107
1B	1.4	100	2.120	200.00	10A	-76	-150	-30
2A	-	-	-	-	-	-	-	-
2B	-	-	-	-	-	-	-	-
3A	-	-	-	-	-	-	-	-
3B	-	-	-	-	-	-	-	-
4A	-	-	-	-	-	-	-	-
4B	-	-	-	-	-	-	-	-
5A	-	-	-	-	-	-	-	-
5B	-	-	-	-	-	-	-	-
6A	-	-	-	-	-	-	-	-
6B	-	-	-	-	-	-	-	-
7A	-	-	-	-	-	-	-	-
7B	-	-	-	-	-	-	-	-
8A	-	-	-	-	-	-	-	-
8B	-	-	-	-	-	-	-	-
9A	1.4	100	2.120	200.00	10A	62	0	0
9B	-	-	-	-	-	-	-	-
10A	1.4	100	2.120	200.00	-	0	-	-
10B	-	-	-	-	-	-	-	-
11A	-	-	-	-	-	-	-	-
11B	-	-	-	-	-	-	-	-
12A	-	-	-	-	-	-	-	-
12B	-	-	-	-	-	-	-	-
13A	-	-	-	-	-	-	-	-
13B	-	-	-	-	-	-	-	-
14A	-	-	-	-	-	-	-	-
14B	-	-	-	-	-	-	-	-
15A	T	-	-	-	-	-	-	-
15B	-	-	-	-	-	-	-	-
16A	-	-	-	-	-	-	-	-
16B	-	-	-	-	-	-	-	-

Рисунок 9 - Рабочее окно программы с таблицей настроек каналов станции

4.2.2 В зависимости от модификации тензостанции Таблица содержит 8/16/32 строки и следующие колонки:

Канал – условное обозначение канала станции. Цифра в обозначении соответствует номеру разъема станции, к которому подключены тензорезисторы, буква А обозначает зеленую (измерительную) и синюю (питающую) витые пары кабеля, а буква В – оранжевую (измерительную) и коричневую (питающую) витые пары. Слева от обозначения канала расположен индикатор состояния канала. При настройке индикатор имеет **серый** цвет, если канал не подключен, **желтый** – если канал подключен, но не должен опрашиваться при измерении, **зеленый** – если канал должен опрашиваться при измерении.

Схема – условное обозначение схемы включения тензорезисторов в соответствии с п. 1.5.6 Руководства по эксплуатации. Схемы включения 2.5 и 4.6, в которых используется больше 2-х витых пар кабеля, могут быть подключены только к каналу А, т.к. при этом используются витые пары канала В.

R – номинальное сопротивление тензорезистора, включенного по схеме 1.4 (четвертьмост, 4-х проводная линия). Для других схем измерения этот параметр не используется и не отображается.

k – коэффициент, с помощью которого рассчитываются деформации. При подключении к каналу одного активного тензорезистора этот коэффициент соответствует паспортному коэффициенту чувствительности тензорезистора.

E – коэффициент, с помощью которого рассчитываются напряжения. При подключении к каналу одного активного тензорезистора, наклеенного вдоль оси одноосного нагружения, этот коэффициент соответствует модулю Юнга.

Термокомпенсация – канал станции, по которому производится температурная коррекция.

Смещение нуля, мкВ/В – начальное относительное электрическое напряжение $\frac{\Delta V_0}{V}$ на плечах моста. Смещение нуля измеряется при проведении балансировки моста (см. ниже).

Деформация – результат измерения ε , который автоматически рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon = \frac{4}{k} \left(\frac{\Delta V}{V} - \frac{\Delta V_0}{V} \right), \quad (2.1)$$

где

$\frac{\Delta V}{V}$ - относительное напряжение на плечах моста (см. п. 4.6 Руководства по эксплуатации);

$\frac{\Delta V_0}{V}$ - смещение нуля;

k - коэффициент к.

Напряжение – результат измерения σ , который автоматически рассчитывается по формуле:

$$\sigma = \frac{\varepsilon E}{1000}, \quad (2.2)$$

где
 E - коэффициент E .

4.2.3 Для настройки любого из каналов необходимо выделить соответствующую строку таблицы и выполнить команду меню Измерение|Настройка канала... (или нажать клавишу <F5>, или выделить строку двойным щелчком мыши). При этом должно появиться окно настройки канала (рисунок 10), которое позволяет задать необходимые параметры канала. Флажок <Включить в цикл измерения> определяет следует ли опрашивать подключенный канал при измерении.

4.2.4 В выпадающем списке выберите нужную схему подключения тензорезистора или тип датчика.

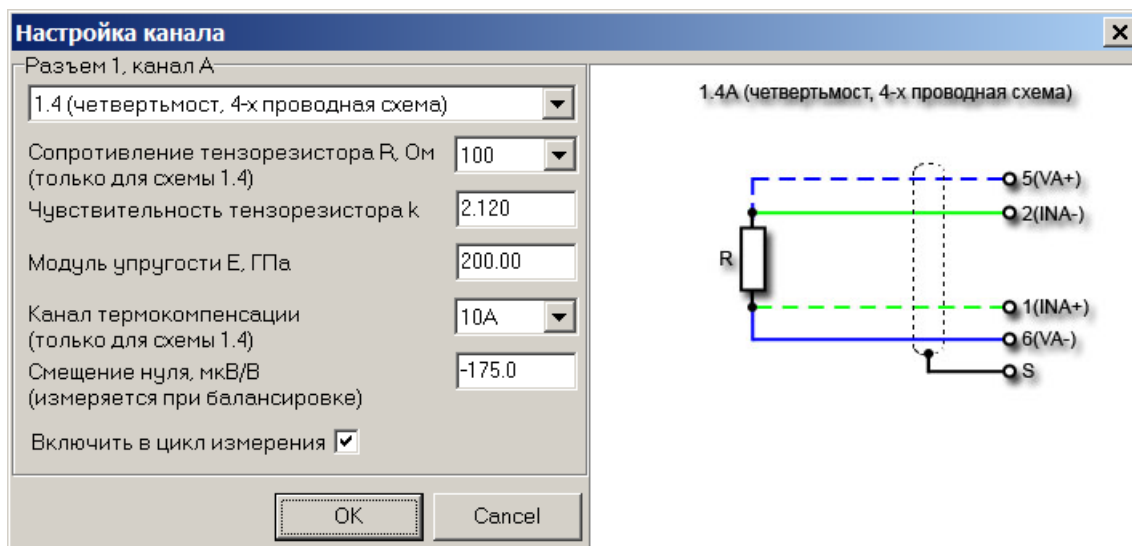


Рисунок 10 - Окно настройки канала. Схема измерений тензорезисторами

4.3 Проведение измерений с помощью тензодатчиков

4.3.1. Программное обеспечение позволяет подключить и произвести настройку измерений тензодатчиков, используя специфические для конкретного типа датчика настраиваемые параметры, задаваемые фирмой-производителем тензодатчиков, датчиков температуры, датчиков линейных перемещений и пр.

ПРИМЕЧАНИЕ: Номенклатура поддерживаемых датчиков постоянно увеличивается. Возможно добавление новых типов тензодатчиков по запросу пользователя. Для этого обратитесь в техническую поддержку НТП «Горизонт»

4.3.2. Настройка программы для проведения измерений с помощью подключенных к станции датчиков осуществляется в режиме отображения таблицы настроек каналов станции (рис. 9).

4.3.3 Для настройки любого из каналов необходимо выделить соответствующую строку таблицы и выполнить команду меню Измерение|Настройка канала... (или нажать клавишу <F5>, или выделить строку двойным щелчком мыши). При этом должно появиться окно настройки канала (рисунок 10), которое позволяет задать необходимые параметры канала измерения в соответствии с таблицей. Флажок <Включить в цикл измерения> определяет следует ли опрашивать подключенный канал при измерении.

4.3.4 В выпадающем списке выберите нужный тип датчика.

4.3.5 В качестве примера на рисунке 11 представлены настройки датчика деформации типа КМ (фирма-производитель компания Токуо Sokki Kenkyujo).

4.3.6 Для тензодатчиков, фирма-производитель которых представляет параметры температурной коррекции (поправки показаний тензодатчика в зависимости от температуры окружающей среды в формульном или табличном виде), возможно подключения канала измерения температуры.

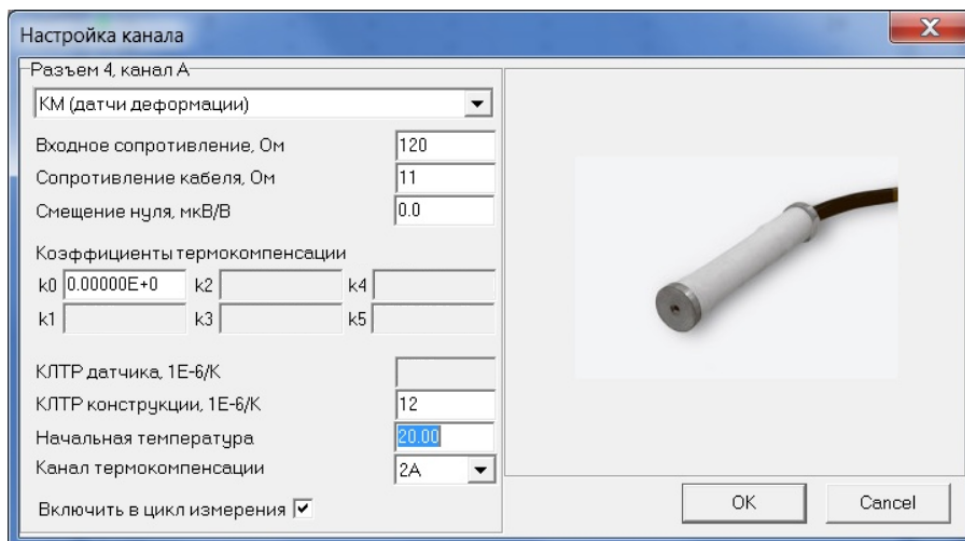


Рисунок 11 - Окно настройки канала. Датчик деформации KM

4.4 Проведение измерений

4.4.1 Для выбора режима измерения необходимо выполнить команду Меню Измерение/Режим измерения... или нажать клавишу <F6>. При этом должно появиться окно выбора режима измерения (рисунок 12).

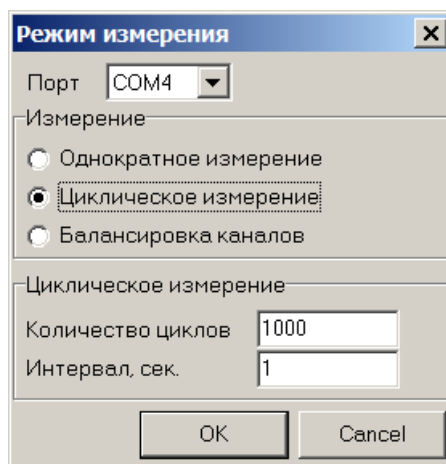


Рисунок 12- Окно выбора режима измерения.

4.4.2 В этом окне можно выбрать следующие параметры режима измерения:

Порт – порт беспроводного соединения, который был установлен при настройке Bluetooth-соединения.

Однократное измерение – однократное измерение для каждого включенного в цикл измерения канала.

Циклическое измерение – многократное измерение для каждого включенного в цикл измерения канала через заданный интервал времени.

Балансировка каналов – однократное измерение смещения нуля для каждого включенного в цикл измерения канала. Такое смещение в основном связано с допустимыми отклонениями сопротивления тензорезисторов от номинального сопротивления и деформацией тензорезисторов при наклейке и затвердевании клея. Балансировка, как правило, проводится при некоторых начальных условиях (например, на ненагруженной конструкции), при которых должно быть получено нулевое значение результата измерения.

Количество циклов – количество циклов измерения при циклическом измерении.

Интервал – интервал времени при циклическом измерении. Если этот интервал установлен меньше времени, которое необходимо для опроса каждого включенного в цикл измерения канала, то время между началами измерительных циклов соответственно увеличивается.

4.4.3 Для проведения измерений необходимо выполнить команду Меню Измерение/Начать измерение... или нажать клавишу <F9>. При этом начнется процесс измерения в соответствии с выбранным режимом измерения. Некоторые команды меню, от которых зависит результат, блокируются, а вместо команды Измерение/Начать измерение... появляется команда Измерение/Остановить измерение.

4.4.4 Для досрочного прекращения измерений необходимо выполнить команду Меню Измерение/Остановить измерение или нажать клавишу <F9>.

4.5 Просмотр результатов измерений

4.5.1 Для просмотра результатов измерений необходимо переключить рабочее окно программы в режим отображения таблицы и диаграммы результатов измерений, для этого в панели инструментов нажмите кнопку

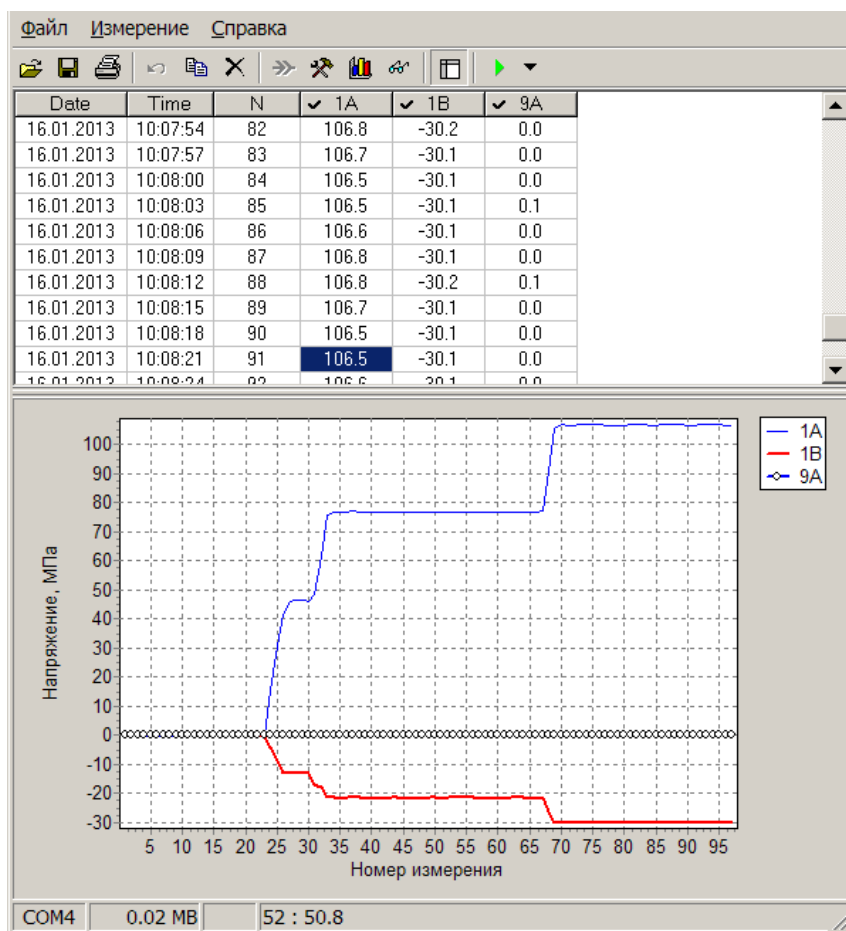


Рисунок 13 - Рабочее окно программы с таблицей и диаграммой результатов измерений.

4.5.2 Каждая строка таблицы может содержать дату измерения (Date), время измерения (Time), порядковый номер измерения (N) и результат измерения для каждого включенного в цикл измерения канала. Прямоугольная область таблицы может быть выделена с помощью мыши и отредактирована с использованием следующих команд меню, контекстного меню или панели инструментов:

Выделить все – выделить все ячейки таблицы.

Копировать – копировать ячейки таблицы в буфер обмена для последующей вставки в окно текстового редактора или таблицу программы Excel.

Удалить – удалить/очистить выделенные ячейки.

Отменить удаление – отменить удаление.

4.5.3 Результаты измерений каналов, обозначения которых в заголовках колонок таблицы отмечены флажком, отображаются в виде графиков на диаграмме. Для быстрой установки/сброса флажков необходимо щелкнуть мышью соответствующий заголовок.

4.5.4 Для настройки параметров отображения результатов измерений на диаграмме необходимо выполнить команду меню Измерение/Параметры диаграммы. При этом должно появиться окно для выбора параметров диаграммы (рисунок 14). С помощью этого окна можно выбрать масштаб графиков, расположение легенды, свойства линий и маркеров для каждого канала.

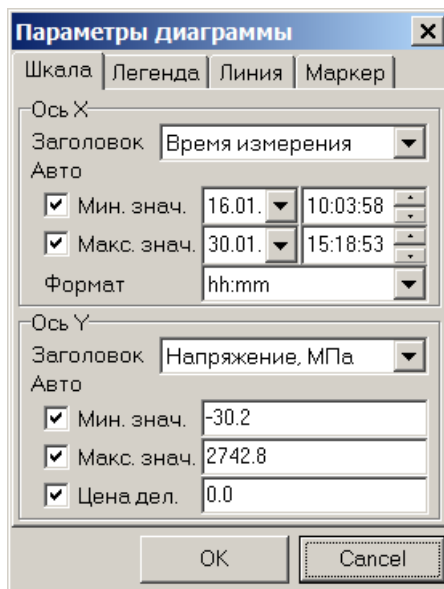


Рисунок 14 - Окно выбора параметров диаграммы.

4.6 Сохранение результатов измерений на ПК

4.6.1. Для сохранения результатов измерений и настроек каналов необходимо выполнить команду Меню Файл/Сохранить.... При этом должно появиться стандартное окно для выбора файла с расширением *.tss, в котором должны быть сохранены текущие настройки и результаты измерений. При выходе из программы текущие настройки и результаты измерений сохраняются автоматически в файле TSG-S01.tss.

4.6.2. Для загрузки сохраненных настроек каналов и результатов измерений необходимо выполнить команду Меню Файл/Открыть....

4.7. Сохранение данных на сервер при работе в составе системы мониторинга

4.6.1 При работе тензостанции в составе системы мониторинга для сокращения размеров получаемых данных целесообразно вести запись в бинарных или текстовых файлах в настраиваемые директории. Результаты измерений каналов, настроенных в соответствии с конфигурацией измерительного комплекса, могут сохраняться в бинарных файлах специального формата, а также в текстовых файлах в произвольной папке, заданной в настройках программы.

ПРИМЕЧАНИЕ: При проведении измерений в режиме круглосуточного мониторинга необходимо выбрать режим измерения ЦИКЛИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ и задать большое количество измерений (например - 10000000)

4.6.2 Результаты одного цикла измерений сохраняются в виде записей в бинарных блок-файлах. Длина файла по времени в секундах задается в файле настроек (см. 4.6.3). Периодичность (временной интервал измерений) задается в настройках программы. Формат одной записи приведен в таблице 6. Каждая запись содержит отметку времени и 32 дата-слота с номерами 0 – 31. Дата-слот представляет собой число двойной точности, в которое помещается результат измерения по соответствующему каналу. Соответствие каналов тензостанции дата-слотам одной записи приведены в таблице 7.

Таблица 6

Номер байта	Назначение	Примечание
0	Отметка времени	Текущее время ПК, представленное в формате TDateTime C++ Borland
1		
...		
7		
8	Данные, дата-слот 0	Число двойной точности в формате double C++ Borland
9		
...		
15		
16	Данные, дата-слот 1	Число двойной точности в формате double C++ Borland
17		
...		
...		

23		
...
256	Данные, дата-слот 31	Число двойной точности в формате double C++ Borland
257		
...		
263		

Таблица 7

Номер дата-слота	Канал тензостанции
0	A1
1	B1
2	A2
3	B2
4	A3
5	B3
6	A4
7	B4
8	A5
9	B5
10	A6
11	B6
12	A7
13	B7
14	A8
15	B8
16	A9
17	B9
18	A10
19	B10
20	A11
21	B11
22	A12
23	B12
24	A13
25	B13
26	A14
27	B14
28	A15
29	B16
30	A16
31	B16

ПРИМЕЧАНИЕ: Для каналов, не включенных в цикл опроса, в соответствующих дата-слотах сохраняются нулевые значения.

4.6.3 Параметры сохранения в базе данных настраиваются в файле **TSG-S01.ini**. Данный файл должен находиться в одной папке с работающим приложением **TSG-S01.exe**. Редактирование файла осуществляется вручную любым текстовым редактором. Ниже приведен пример настроек в файле **TSG-S01.ini**.

[Common]

;Номер тензостанции (Задавать вручную как номер датчика в системе)
TZNum=10
;Путь к базе данных (ВНИМАНИЕ! Конечная папка должна быть создана заранее)
BasePath=e:\GorizontServer\Base\History\Test_System_Perm\
;Длина одного блок-файла в секундах
DataFileLenSec=60
;Записывать бинарные файлы
SaveTZD=1
;Записывать текстовые файлы
SaveTXT=1

4.6.4 Если параметр SaveTZD=1, приложение в процессе работы сохраняет текущие результаты измерений в блок-файлах с расширением *.tzd (tenzo stztion data). Имя файла имеет следующий вид:

гггг_ММ_дд_чч_мм_сс_тз_nnn.tzd

гггг	-	год
ММ	-	месяц
дд	-	число месяца
чч	-	часы
мм	-	минуты
сс	-	секунды
nnn	-	номер тензостанции

Например, файл с именем

2019_02_20_13_04_15_tz_010.tzd

был создан 20-02-2019 в 13:04:15 для тензостанции номер 10.

ПРИМЕЧАНИЕ: в процессе накопления данных одного блок-файла (пока не достигнута длина по времени) файл имеет расширение *.tmp. Переименование происходит после полного накопления данных.

4.6.5 Если параметр SaveTXT=1, приложение в процессе работы сохраняет текущие результаты измерений также в блок-файлах с расширением *.txt. Имя файла имеет вид аналогично 4.6.4. В данных файлах сохраняется информация о каждой записи в текстовом виде.

ПРИМЕЧАНИЕ: текстовый файл наполняется данными после полного накопления данных в соответствующем блок-файле *.tzd.

5. Настройка OPC-сервера

5.1 Данные измерений по 32 каналам могут передаваться по интерфейсу OPC DA.

5.2 Для активизации функции OPC DA необходимо установить в 1 параметр **CanOPCDA** в файле настроек **TSG-S01.ini** как показано в приведенном примере:

```
[Common]
;Номер тензостанции (Задавать вручную как номер датчика в системе)
TZNum=10
;Путь к базе данных (ВНИМАНИЕ! Конечная папка должна быть создана заранее)
BasePath=e:\GorizontServer\Base\History\Test_System_Perm\
;Длина одного блок-файла в секундах
DataFileLenSec=60
;Записывать бинарные файлы
SaveTZD=1
;Записывать текстовые файлы
SaveTXT=1
;Включить интерфейс OPCDA
CanOPCDA=1
```

ВНИМАНИЕ! Если на ПК ранее не устанавливались компоненты OPC, предварительно следует установить пакет базовых компонент OPC. Данный программный компонент поставляется вместе с тензостанцией. Так же данный компонент доступен для загрузки на сайте производителя по ссылке

5.3 При активизации функции в системе регистрируется OPCDA сервер с именем **OPC.DA.Gorizont.TSG-S01**.

5.4 При активизации функции OPCDA создается 32 тэга OPCDA, разделенных на 16 групп с каналами А и В.

5.5 Для проверки работы интерфейса OPCDA может быть использована утилита OPCView из рабочей папки программы. После запуска указанной утилиты следует выбрать в выпадающее списке сервер **OPC.DA.Gorizont.TSG-S01** и нажать кнопку **Start**. Отображение значений результатов измерений для 32 каналов приведено на рисунке 14.

5.6 В заголовке списка (куста) тэгов указывается название тензостанции и в квадратный скобках номер (адрес), заданный в файле настроек **TSG-S01.ini**.

ВНИМАНИЕ! При включении функции OPCDA запускается утилита OPCGate.exe из рабочей папки программы. Данная программа не должна быть заблокирована системой безопасности ПК.

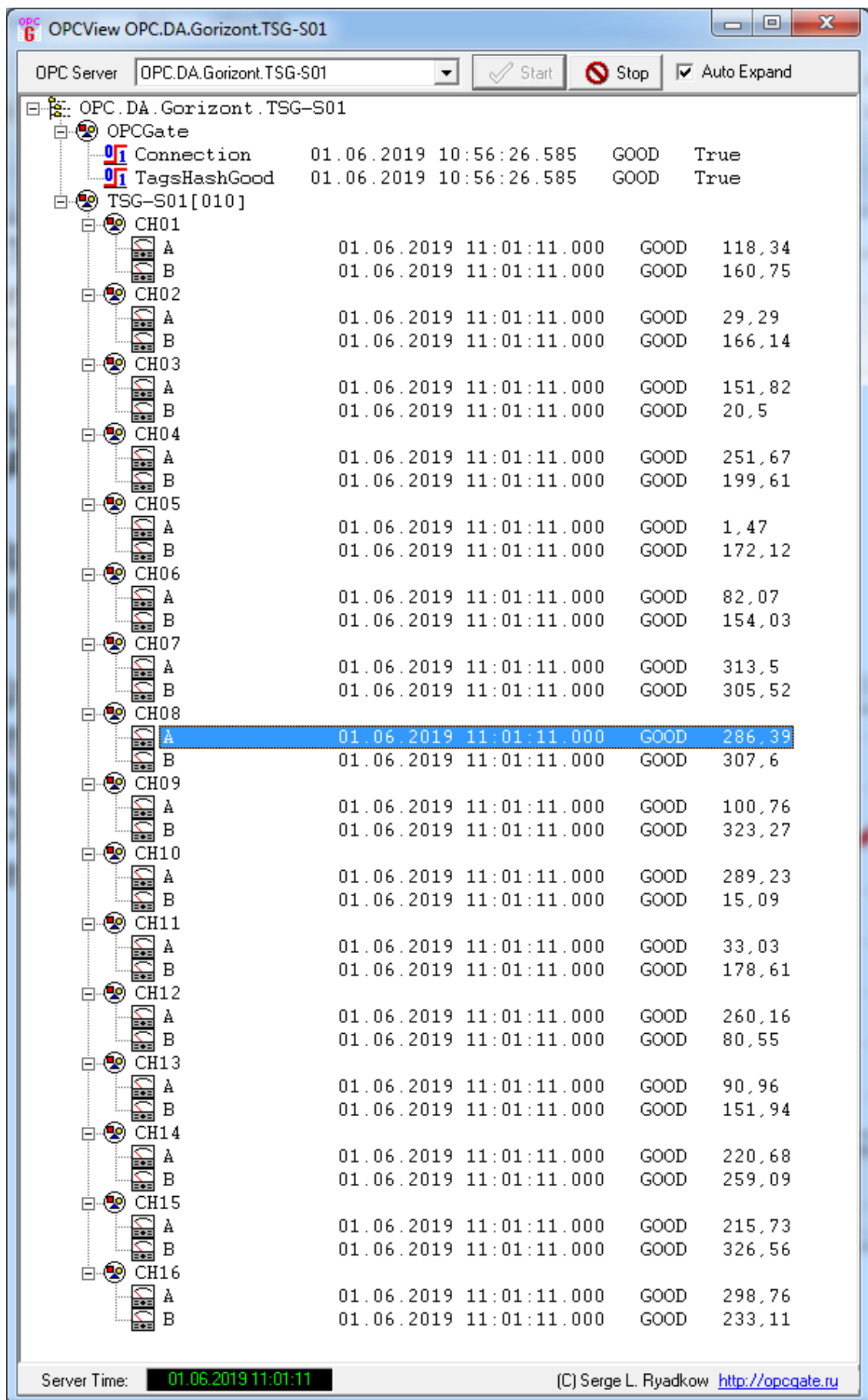



Рисунок 15. Карта OPC-тегов

6. Полезные советы

- 6.1. В таблицах настроек и измерений используйте правую кнопку мыши для вызова выпадающего контекстного меню, с помощью которого можно выполнить основные команды.
- 6.2. В таблице настроек используйте двойной щелчок мыши для отображения окна настройки канала.
- 6.3. На диаграмме используйте двойной щелчок или правую кнопку мыши для отображения окна выбора параметров диаграммы.
- 6.4. Если строка/строки таблицы результатов выделены целиком, то при выполнении команды Удалить эти строки будут удалены, если – частично, то выделенные ячейки будут только очищены. В частности, если выделены все ячейки таблицы, то при выполнении команды Удалить будет очищена вся таблица.
- 6.5. Случайное удаление или очистку ячеек таблицы можно отменить с помощью команды Отменить удаление.
- 6.6. Если выделить несколько ячеек в одном столбце таблицы с результатами измерений, то в строке состояния программы отобразится количество выделенных ячеек, среднее значение и стандартное отклонение измерений;
- 6.7. Чтобы выделить столбец таблицы с результатами измерений целиком удерживая клавишу <Shift> щелкните мышью в заголовке столбца.
- 6.8. Если курсор мыши расположен в области диаграммы, то в строке состояния программы отобразятся его координаты на диаграмме.
- 6.9. Для быстрого нахождения ячейки таблицы измерений, которой соответствует точка графика на диаграмме, подведите курсор к этой точке (изображение курсора при этом должно измениться с “крестика” на “руку”) и нажмите левую клавишу мыши. Если повторить эту операцию для другой точки этого же графика удерживая клавишу <Shift>, то в таблице будут выделены все ячейки между двумя точками на графике.
- 6.10. Для быстрого изменения масштаба диаграммы выполните последовательно следующие действия: нажмите и удерживайте клавишу <Shift>, нажмите левую кнопку мыши и удерживая ее выделите на диаграмме прямоугольную область, отпустите клавишу <Shift>, отпустите кнопку мыши. Если движение мыши осуществлялось вправо, то масштаб будет увеличен в соответствии с выделенной областью, если влево – уменьшен.
- 6.11. Для сдвига графиков на диаграмме проведите аналогичные действия удерживая клавишу <Ctrl>, вместо <Shift>.
- 6.12. Если на диаграмме удерживая клавишу <Shift> выполнить двойной щелчок мышью, то произойдет автоматическое масштабирование.
- 6.13. Для получения увеличенного содержания ячейки таблицы измерений используйте команду панели инструментов . При этом должно появиться окно с изменяемым размером, содержащее текст выделенной ячейки или результат последнего измерения канала с выделенной ячейкой.
- 6.14. Изменить количество знаков после запятой в таблице измерений и, если необходимо, ширину столбцов можно в закладке Легенда окна выбора параметров диаграммы. Изменение количества знаков после запятой не влияет на точность результатов измерения, которые сохраняются программой в файлах с расширением *.tss, т.к. в этом случае для действительных чисел всегда используется бинарное 8-байтное представление. Однако, при копировании результатов измерений в буфер обмена копируется только текст ячеек. В этом случае недостаточное количество знаков после запятой может привести к частичной потере информации.