

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

---

КАФЕДРА №6

ОТЧЕТ ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ \_\_\_\_\_

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

К.Т.Н., доцент

должность, уч. степень, звание

подпись, дата

Морокина Г.С.

инициалы, фамилия

**ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №1**

Нормирование плоскопараллельных концевых мер длины

по дисциплине: МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

СТУДЕНТ ГР. №

5912

номер группы

подпись, дата

Калташов В.А.

инициалы, фамилия

Санкт-Петербург  
2021

## Нормирование плоскопараллельных концевых мер длины

Цель работы: ознакомиться с плоскопараллельными концевыми мерами длины, научиться составлять из них блоки для заданных размеров, определять погрешность.

Задание: составить и притереть блок из концевых мер для заданного номинального размера.

Средства измерения: набор из плоскопараллельных концевых мер длины №1(ГОСТ 9038 – 90), класс точности – 3, разряд – 5. Паспорт.

### Описание плоскопараллельных концевых мер длины

Плоскопараллельная концевая мера длины(ПКМД) – мера в виде бруска плоскопараллельного сечения с двумя плоскими взаимнопараллельными измерительными поверхностями. Изготавливаются из стали (до 1000 мм) и твердых сплавов(до 100 мм), а также из металлокерамики(зарубежные производители)

ПКМД предназначены для использования в качестве:

- Рабочих мер для настройки измерительных приборов и установки их на «ноль» при измерении размеров деталей методом сравнения с мерой, а также для точных разметочных работ и наладки станков;
- Эталонных мер(образцовых средств измерений) для передачи размера единицы длины от первичного эталона концевым мерам меньшей точности и для проверки и калибровки измерительных приборов.

Концевые меры при использовании в качестве образцовых должны быть проверены в качестве образцовых 1, 2, 3 и 4-го разрядов по МИ 1604 и должны иметь отличительных знак при выпуске из производства.

Нормируемые параметры ПКМД:

- Длина концевой меры – длина перпендикуляра, опущенного из любой точки измерительной поверхности на противоположную поверхность;
- Отклонение длины концевой меры – наибольшая по абсолютному значению разность между длиной меры в любой точке и номинальной длиной;

- Отклонение от плоскопараллельности концевой меры – разность расстояний между наименьшей и наибольшей длинами;
- Притираемость концевых мер – свойство измерительных поверхностей мер прочно сцепляться между собой или с плоскими стеклянными пластинами при наложении одной меры на другую или меры на пластину. Притираемость мер объясняется молекулярным притяжением тщательно обработанных поверхностей в присутствии тончайших слоев смазки толщиной около 0,02 мкм, которая остается после промывки их бензином.

Концевые меры изготавливаются разных длин от 0,1 до 1000 мм с градациями (разность размеров) 0,001; 0,005; 0,01; 0,1; 0,5; 1,0; 10; 25; 50; 100 мм. На каждой концевой мере указана её номинальная длина. Меры разных длин комплектуются в наборы, которые обеспечивают возможность составления блока мер любого размера с интервалом в 1 мкм. Каждый набор мер содержит аттестат, в котором указаны отклонения от теоретического размера каждой плитки (рис.1).



Рисунок 1. а - набор из 87 концевых мер, б - принадлежности к концевым мерам

По точности изготовления (в зависимости от допускаемых отклонений длины от номинального значения и от плоскопараллельности) концевые меры делятся на пять классов точности: 00 (по специальному заказу); 0; 1; 2; 3. Для мер, находящихся в эксплуатации, установлены дополнительные

классы 4 и 5. В зависимости от допускаемой погрешности измерения концевые меры (при их аттестации) делятся на пять разрядов: 1; 2; 3; 4 и 5.

Если концевые меры применяются по классам, то за размер меры принимается её номинальная длина, указанная на самой мере, а если по разрядам - действительная её длина, указанная в аттестате с точностью до десятых и сотых долей микрометра.

### Применение плоскопараллельных концевых мер длины

ПМКД являются основным средством обеспечения единства мер в машиностроении и приборостроении. Они служат для передачи линейного размера от эталонного метра до изделий в производстве.

Процесс передачи и хранения точных размеров с помощью мер происходит примерно по следующей схеме. На специальной измерительной установке проверяют размеры эталонных концевых мер 1 разряда. Эти меры наивысшей точности аттестации имеются в проверочных лабораториях Госстандарта РФ. На заводах, в зависимости от точности выпускаемых изделий, имеются меры от 2-го или 3-го до 5-го разрядов. Передача точного размера заключается в том, что периодически с мерами 1-го разряда сравнивают меры 2-го разряда, с мерами 2-го разряда сравнивают меры 3-го и т.д., а затем при помощи мер в строго установленные сроки на предприятиях и в лабораториях поверяют все измерительные средства: от самых точных до самых грубых. Результаты поверок вносят в паспорта, которые заводят на каждый измерительный инструмент и прибор.

По концевым мерам производят настройку приборов на нулевую отметку шкалы при относительных измерениях, градуировку(нанесение отметок) и тарировку(определение цены деления) шкал приборов, точную настройку станков на размер, проверку приборов.

## Составление блока концевых мер

Концевые меры длины выпускаются наборами, которые обеспечивают составление блока мер любого размера до третьего десятичного знака. В наборы, кроме основных мер, входят так называемые защитные меры из твердого сплава, которые притираются к блоку всегда одной стороной и служат для защиты основных мер блока от износа и повреждений. Длины защитных мер следует учитывать при подсчете общей длины блока. Защитные меры используют, как правило, в производственных условиях.

Блок должен состоять из возможно меньшего количества концевых мер (не более 4-5). Входящие в блок требуемого размера меры подбирают так, чтобы длина первой меры содержала последний или два последних знака размера блока, длина второй меры - последние знаки остатка и т.д.

Меры очищают от смазки, тщательно промывают бензином (протирают салфеткой, смоченной бензином), насухо протирают чистой салфеткой и притирают в блок. Сначала притирают друг к другу концевые меры малых длин. Меры накладывают одну на другую своими измерительными рабочими поверхностями примерно на треть длинной стороны меры (рис.2) и, плотно прижимая, надвигают меру вдоль длинного ребра до полного сцепления мер. Собранный блок аналогично притирают к мере среднего размера и т.д.

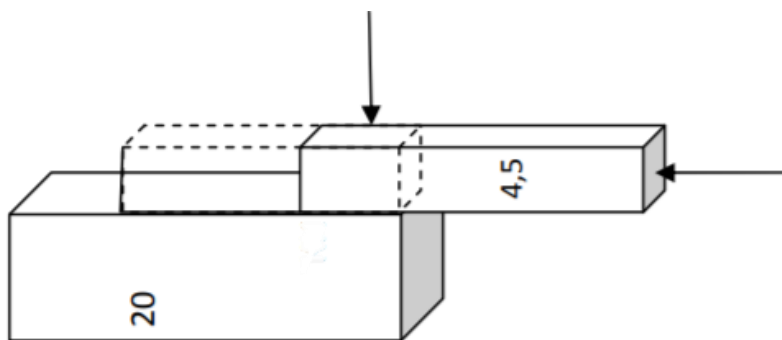


Рисунок 2. Составление блока мер

После окончания работы с блоком его следует разобрать, меры промыть бензином, протереть чистой сухой салфеткой и уложить в соответствующие гнезда ящика набора.

Концевые меры требуют исключительно осторожного и бережного обращения с ними. Малейшие повреждения, царапины, забоины, следы коррозии и прочие дефекты лишают меры свойства притираться.

## Практическая часть

Составить блок концевых мер для номинального размера, предложенного преподавателем, в соответствии с имеющимся набором концевых мер (№ 1, класс точности 3).

- 1) подбирают меру, которая содержит наименьшую долю размера;
- 2) размер выбранной меры вычитают из размера блока и определяют остаток;
- 3) подбирают следующую меру, которая содержит наименьшую долю остатка, и определяют новый остаток и т.д. Из всех возможных вариантов состава блока следует выбрать тот, который содержит наименьшее число мер. При меньшем количестве мер вошедших в блок его точность возрастает. Количество концевых мер в блоке не должно превышать четырех-пяти.

# CERTIFICATE OF INSPECTION

## GAUGE BLOCK

SET NO. 100331 112PCS

STANDARD DIN861

MATERIAL STEEL

TYPE RECT

Deviation from nominal size in

Nominal Size (mm)	Identification No	Deviation (µm)	Nominal Size (mm)	Identification No	Deviation (µm)	Nominal Size (mm)	Identification No	Deviation (µm)	Nominal Size (mm)	Identification No	Deviation (µm)
0.5	09082	0.15	1.26	10050	0	1.9	07075	-0.12	15.5	07231	-0.1
1	07052	0.08	1.27	10082	0.15	2	10035	0.05	16	07221	0.01
1.005	07009	0.04	1.28	07166	-0.1	2.5	07033	-0.1	16.5	07277	-0.08
1.01	10028	0.15	1.29	09003	-0.13	3	07032	0.04	17	10114	0.17
1.02	10002	0.12	1.30	09073	0.04	3.5	10049	0.13	17.5	07277	0.2
1.03	07200	-0.05	1.31	09031	0.16	4	10093	-0.15	18	09190	0.15
1.04	07166	-0.05	1.32	09075	0.09	4.5	09024	0.1	18.5	09172	0.02
1.05	09044	-0.14	1.33	09013	0	5	09046	-0.1	19	10140	0.23
1.06	09088	0.08	1.34	10027	-0.06	5.5	09056	-0.1	19.5	07289	0.2
1.07	10043	0.03	1.35	10039	0.04	6	09081	-0.14	20	09116	-0.2
1.08	07095	-0.14	1.36	09070	0.14	6.5	09094	0.15	20.5	07300	0.15
1.09	09006	-0.08	1.37	10055	-0.16	7	09089	0.04	21	07280	0.2
1.10	10017	-0.12	1.38	07119	0.1	7.5	10077	0.05	21.5	07233	-0.05
1.11	10079	0.11	1.39	09082	0.05	8	09097	0.16	22	07223	0.01
1.12	09019	-0.18	1.40	10091	0.1	8.5	09036	0.06	22.5	07221	0.1
1.13	10034	0.05	1.41	07164	0.1	9	09100	-0.07	23	07211	0.2
1.14	10028	0.16	1.42	10099	-0.05	9.5	07030	0.05	23.5	09171	-0.2
1.15	10088	0.14	1.43	07095	-0.05	10	10086	0.11	24	09180	0.08
1.16	10058	-0.12	1.44	07041	0.06	10.5	09011	0.2	24.5	09124	0.21
1.17	07083	-0.1	1.45	09058	0.07	11	07148	-0.12	25	09135	0.07
1.18	07182	-0.05	1.46	09058	0.05	11.5	10040	0.24	30	10135	-0.09
1.19	07095	-0.15	1.47	07120	0	12	10062	-0.16	40	09140	-0.34
1.20	07098	0.16	1.48	10014	-0.08	12.5	07059	0.2	50	10135	0.15
1.21	09058	0.1	1.49	07193	0.13	13	10062	0	60	07212	-0.05
1.22	07092	-0.14	1.5	09030	0.01	13.5	09010	-0.09	70	09119	-0.4
1.23	09058	0	1.6	09062	0.13	14	09069	0.11	80	10149	-0.3
1.24	09059	-0.07	1.7	10094	-0.09	14.5	10071	0.24	90	09184	0.24
1.25	07063	-0.16	1.8	10072	0.17	15	07260	-0.22	100	07204	0.35

REMARKS: Standard reference temperature: 20°C (68°F)  
Coefficient of thermal expansion:  $(11.5 \pm 1.0) \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

INSPECTOR L.05

Рисунок 3. Используемый комплект концевых мер

Задание: составить и притереть блок из концевых мер для заданного номинального размера 70,965 мм.

Решение:

Первая концевая мера должна содержать последнюю цифру. Нам подходит следующая концевая мера:

$$L_1 = 1,005 \text{ мм. Остаток: } 70,965 - 1,005 = 69,96 \text{ (мм);}$$

Последующие меры выбираем по такому же принципу:

$$L_2 = 1,06 \text{ мм. Остаток: } 69,96 - 1,06 = 68,9 \text{ (мм);}$$

$$L_3 = 1,9 \text{ мм. Остаток: } 68,9 - 1,9 = 67 \text{ (мм);}$$

$$L_4 = 7 \text{ мм. Остаток: } 67 - 7 = 60 \text{ (мм);}$$

$$L_5 = 60 \text{ мм. Остаток: } 60 - 60 = 0 \text{ (мм).}$$

Для большей наглядности представим результаты составления блока из концевых мер в виде таблицы (табл. 1).

Таблица 1. Результаты составления блока

Порядок концевой меры, $i$	Номинальный размер концевой меры, $L_i$ , мм	Поправки концевой меры, $\Delta l_i$ , мкм	Действительный размер блока концевых мер, $H_d$ , мм
1	1,005	0,04	$H_d = H_n + \sum \Delta l_i =$ $(70,965 -$ $0,00001)$
2	1,06	0,08	
3	1,9	-0,12	
4	7	0,04	
5	60	-0,05	
Суммарный блок	$H_n = 70,965$	$\sum \Delta l_i = -0,01$	

$$\sum \Delta l_i = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 + \Delta l_4 + \Delta l_5;$$

$$\sum \Delta l_i = 0,04 + 0,08 + (-0,12) + (0,04) + (-0,05) = -0,01 \text{ (мкм).}$$

Также в ходе выполнения данной работы необходимо было рассчитать погрешность номинального блока как квадратичную сумму поправок отдельных мер, входящих в блок:

$$\Delta l = \sqrt{\sum \Delta l_i^2};$$

$$\Delta l = \sqrt{0,04^2 + 0,08^2 + (-0,12)^2 + (0,04)^2 + (-0,05)^2} \approx 0,16 \text{ мкм};$$

$$H_d = (70,965 \pm 0,00016) \text{ мм.}$$

Относительная погрешность новой меры:

$$\delta = \frac{|H_d - H_n|}{H_d} * 100\%;$$

$$\delta = \frac{|70,96499 - 70,965|}{70,96499} * 100\% \approx 0,0001 \text{ \%}.$$

Вывод:

В ходе выполнения данной лабораторной работы были изучены эксплуатационные и метрологические характеристики плоскопараллельных концевых мер длины, которые, главным образом, предназначены для сохранения и передачи единицы длины. Более того, в ходе выполнения работы были получены основные практические навыки составления блока заданного размера с помощью комплекта концевых мер. Также были рассчитаны поправки и погрешности для собранного блока концевых мер размером 70,965 мм.

## Список литературы

1. **П.А.Гудков.** *Плоскопараллельные концевые меры длины.* Курган : КМИ, 2009, с. 4 - 7
2. **Никифорова, Л. А.** *Подбор ПМКД для воспроизведения значений требуемых размеров.* Оренбург : ОГУ, 2007, с. 8 - 9
3. **ГОСТ 9038-90.** 1991, с. 3-4, 8
4. **МИ 1604-87.** 1988 с. 2, 14



**5. В. С. Секацкий, Ю. А. Пикалов, Н. В. Мерзликина.** *Методы и средства измерений и контроля.* Красноярск : СФУ, 2017, с. 57 - 59

**6. В. Б. Коркин, С. С. Сулова.** *Проверка и калибровка универсальных средств геометрических измерений.* Москва : АСМС, 2011, с. 162 - 163

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

---

КАФЕДРА №6

ОТЧЕТ ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ \_\_\_\_\_

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

К.Т.Н., доцент

должность, уч. степень, звание

подпись, дата

Морокина Г.С.

инициалы, фамилия

**ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №2**

ТМ6

Проектирование стрелочного прибора

по дисциплине: МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

СТУДЕНТ ГР. №

5912

номер группы

подпись, дата

Калташов В.А.

инициалы, фамилия

Санкт-Петербург  
2021

## Проектирование стрелочного прибора в ТМ6 с заданными метрологическими параметрами

Вариант: 7

Границы ГЭ стрелочный прибор:

- ВП: 85
- ВА: 75
- ВГ: 65
- НГ: 50
- НА: 20
- НП: 10

Компонент группы Генераторы: Пила

Результат выполнения работы в ТМ6:

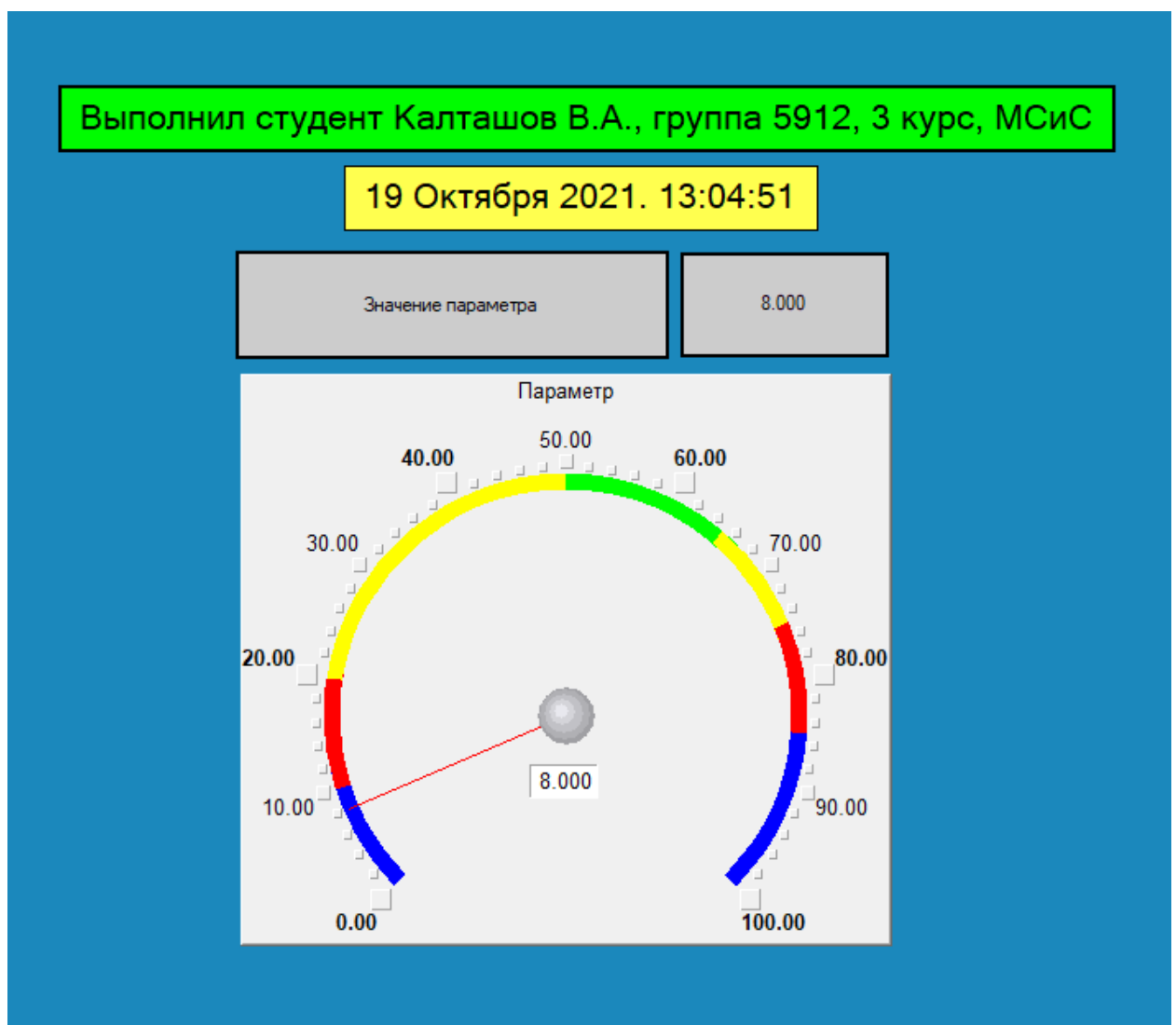


Рисунок 1. Стрелочный прибор

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

---

КАФЕДРА №6

ОТЧЕТ ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ \_\_\_\_\_

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

К.Т.Н., доцент

должность, уч. степень, звание

подпись, дата

Морокина Г.С.

инициалы, фамилия

**ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №3**

ТМ6

Построение функции управляющего сигнала

по дисциплине: МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

СТУДЕНТ ГР. №

5912

номер группы

подпись, дата

Калташов В.А.

инициалы, фамилия

Санкт-Петербург  
2021

## Построение функции управляющего сигнала

### Цель работы:

Изучение ввода значений с клавиатуры, передачи и приема данных из сторонних приложений в ТМ6.

### Размещение ГЭ Тренд. Простейшая обработка данных

Создадим кнопку «Управление», позволяющую нам вводить некоторые значения в соседнее поле, поля суммы значений каналов «Управление» и «Параметр», а также ГЭ Тренд. С помощью Тренда можно отслеживать изменения значений каналов в реальном времени и их предысторию. Для поля «Сумма» напишем код на языке Техно ST, позволяющий находить сумму значений каналов «Управление» и «Параметр» в реальном времени.

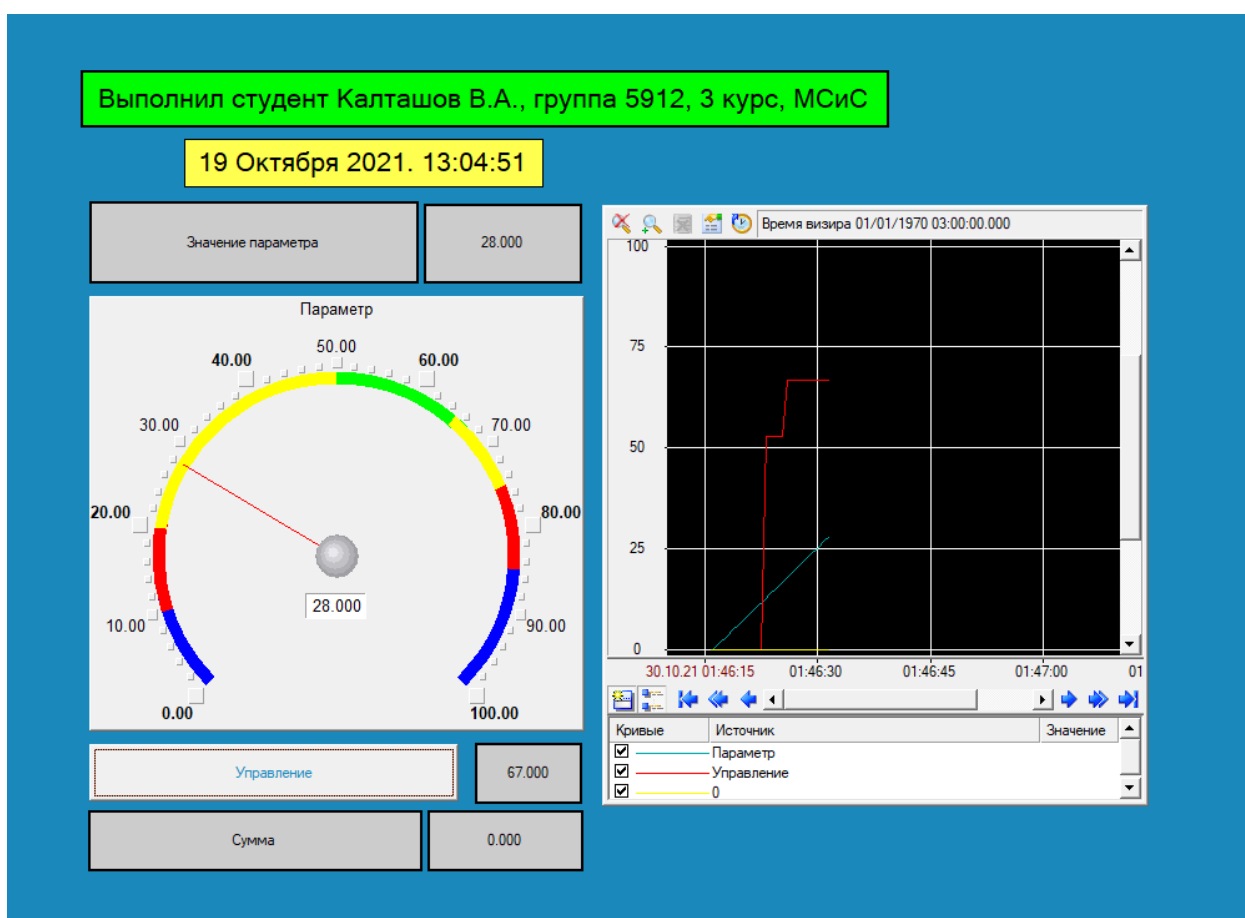


Рисунок 1. Размещение ГЭ Тренд. Простейшая обработка данных

В результате проведенной работы при запуске проекта мы можем наблюдать изменение значения поля «Параметр», аналогичное изменениям показаний стрелочного прибора. При нажатии на кнопку «Управление» можно ввести некоторое число, которое отобразится в поле правее. При этом поле «Сумма» поменяет свое значение на актуальное. Все эти изменения также можно наблюдать на ГЭ Тренд в виде графиков (рис.1).

## Связь по протоколу DDE с приложением MS Windows на примере Excel

DDE – протокол динамического обмена данными между приложениями.

### MPB как DDE-сервер

DDE-сервер – приложение, отправляющее информацию. Для того, чтобы отправить данные из ТМ6, достаточно сделать запрос на их получение в приложении-получателе. Например, для получения данных канала *Параметр* узла *RTM0* в ячейку *A1* книги *MS Excel* необходимо в эту ячейку вписать: «=RTM0|GET!Параметр», затем запустить узел в работу и обновить связи в Excel. Результат приема в Excel данных каналов «Параметр» и «Управление» приведен ниже:

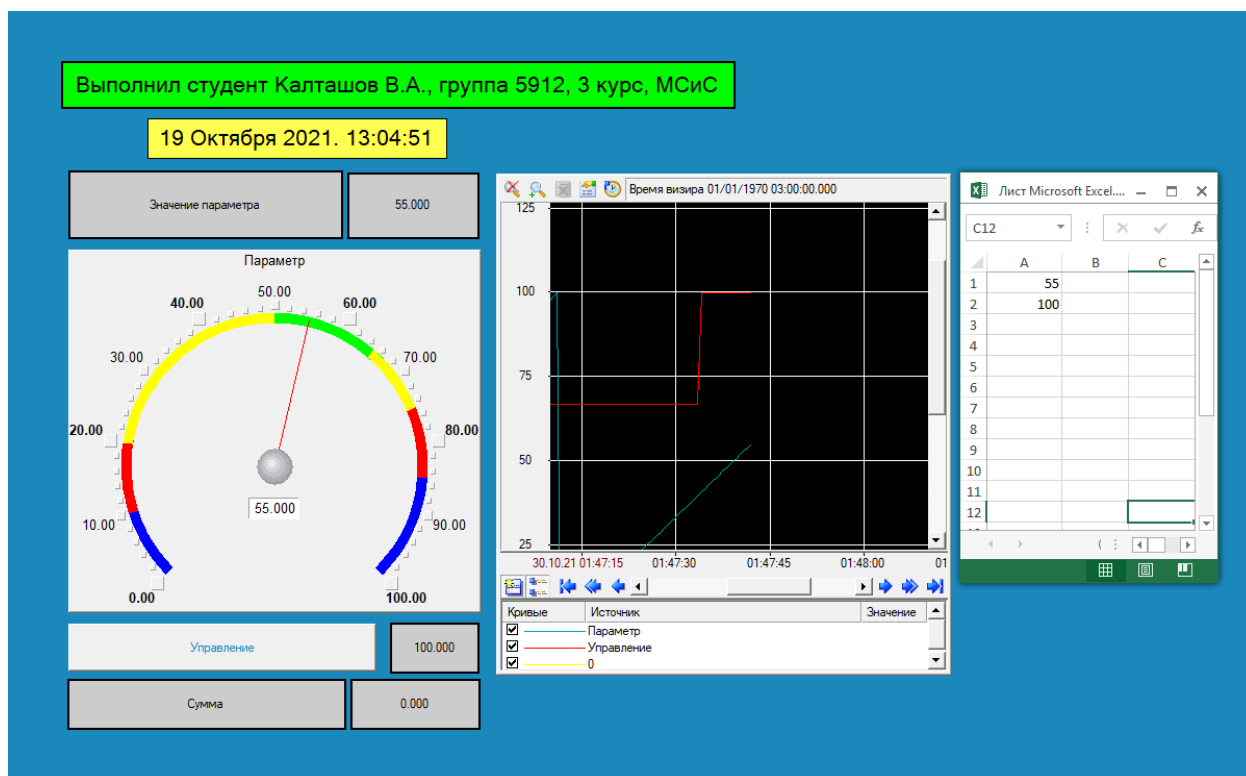


Рисунок 2. MPB как DDE-сервер

### MPB как DDE-клиент

DDE-клиент – приложение, получающее информацию. Например, чтобы получить некоторые данные из ячейки *R3C1* книги *MS Excel* в канал *ИзТаблицы*, необходимо создать новый компонент *DDE#1* в новой группе *DDE* слоя *Источники/Приемники*. Имя этого компонента: *Имя\_приложения.Имя\_листа.Ячейка* (для данного примера: *Excel.Sheet1.R3C1*). Кроме имени, необходимо также в параметрах указать режим *ADVISE* – режим посылки клиенту значения при каждом его изменении. Затем нужно привязать этот источник к каналу *ИзТаблицы*, запустить *Excel*, а следом и узел. Изменяя значения ячейки *R3C1* в *MS Excel*, мы увидим и изменение значения канала *ИзТаблицы*:

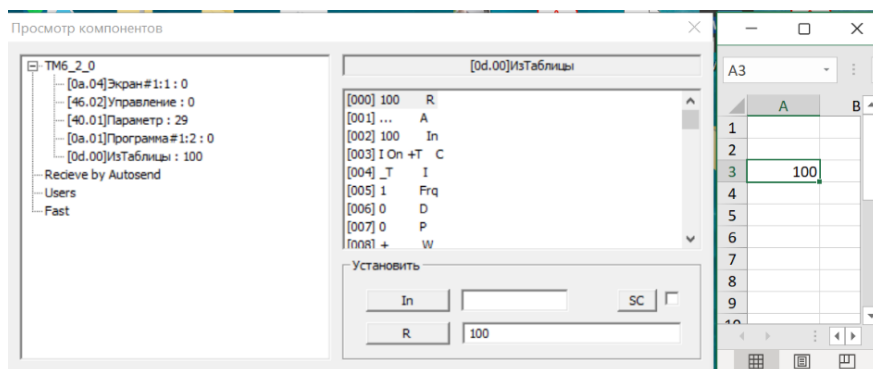


Рисунок 3. MPB как DDE-клиент

## Вывод:

Была изучена среда разработки измерительных устройств и автоматизированных систем Trace Mode 6, такие ее возможности как получение, отправка и обработка данных как внутри программы, так и по протоколу DDE. Дополнительно были изучены возможности протокола DDE и возможности его практического применения.