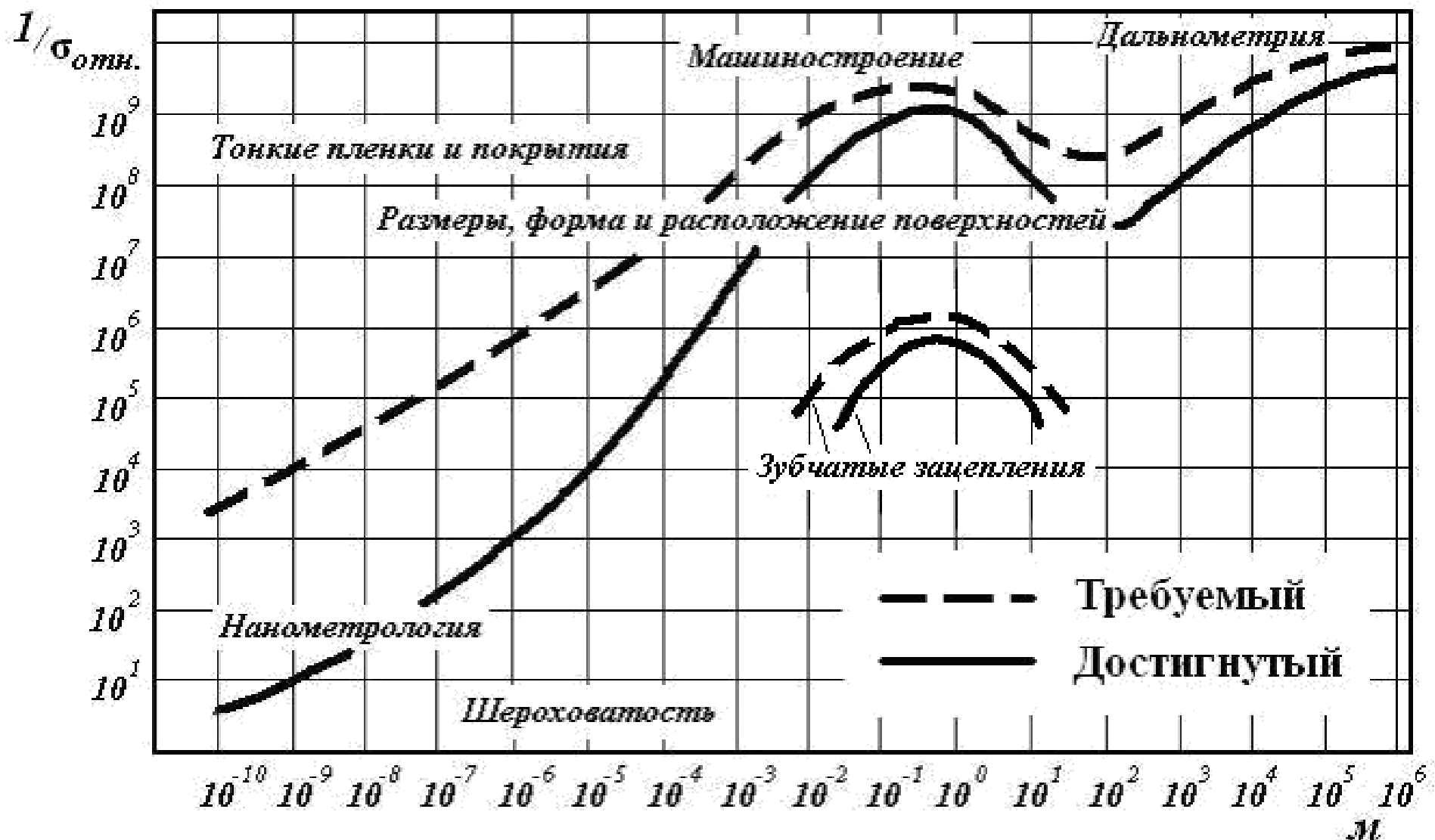


Метрологическое обеспечение геодезических приборов

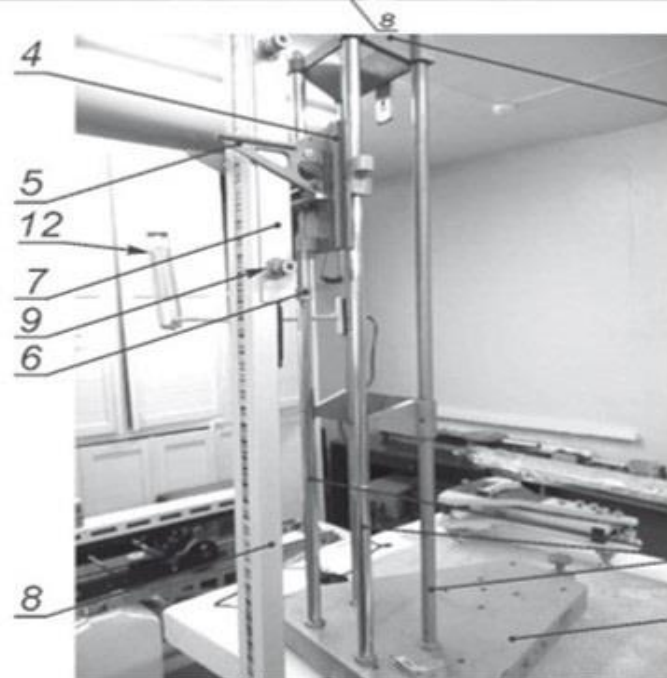
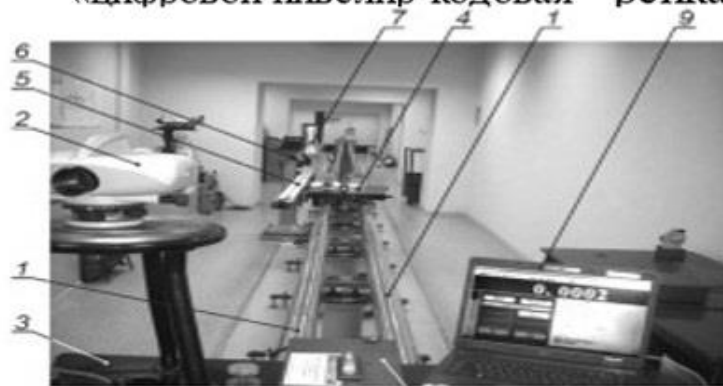
Уровень точности измерений, требуемый в промышленности



Расположение стендов в термоконстантной лаборатории



ГОСТ Р 8.792-2012 Системы
измерительные
«цифровой нивелир-кодовая рейка»



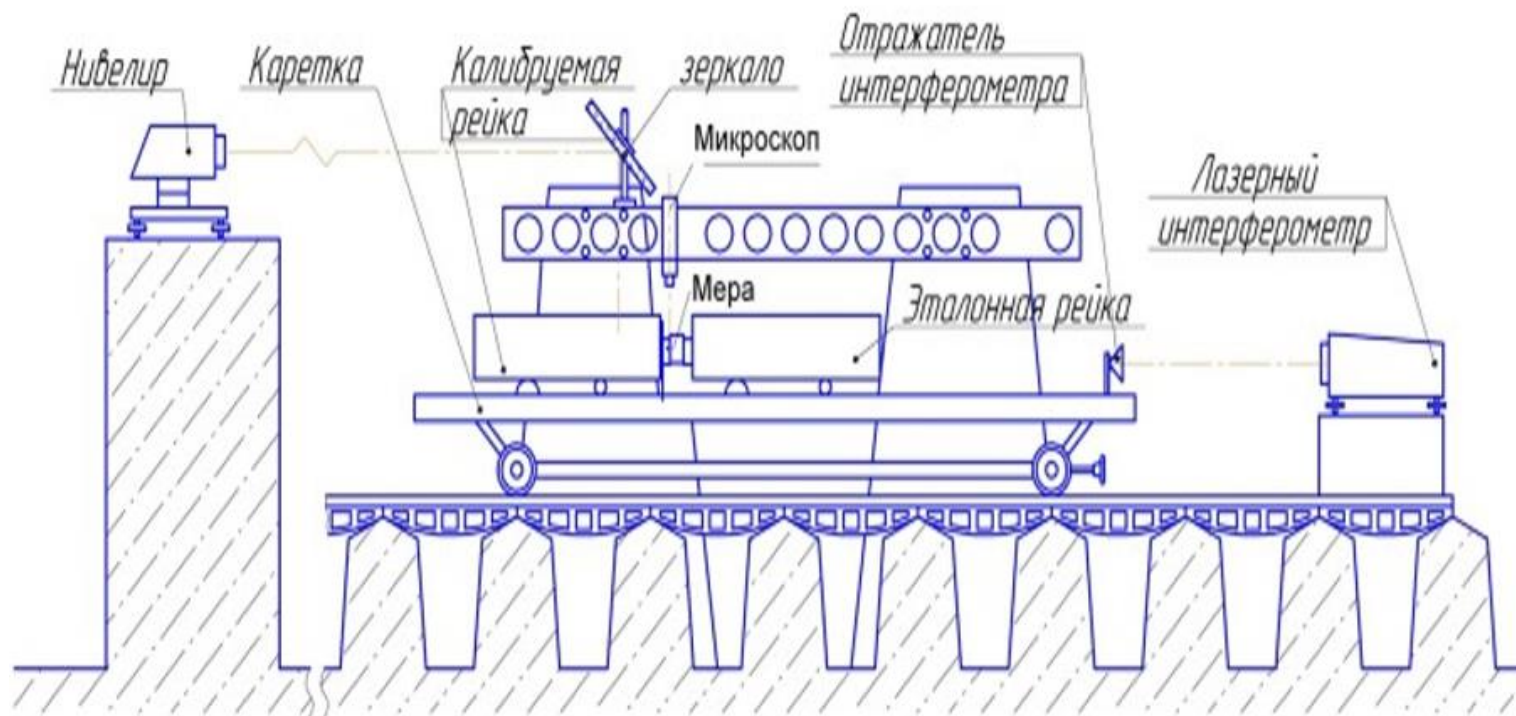
Компараторы МИИГАиК



Принципиальная схема горизонтального компаратора (патенты РФ №№ 2419070, 2419766, 2500987, 2341772)

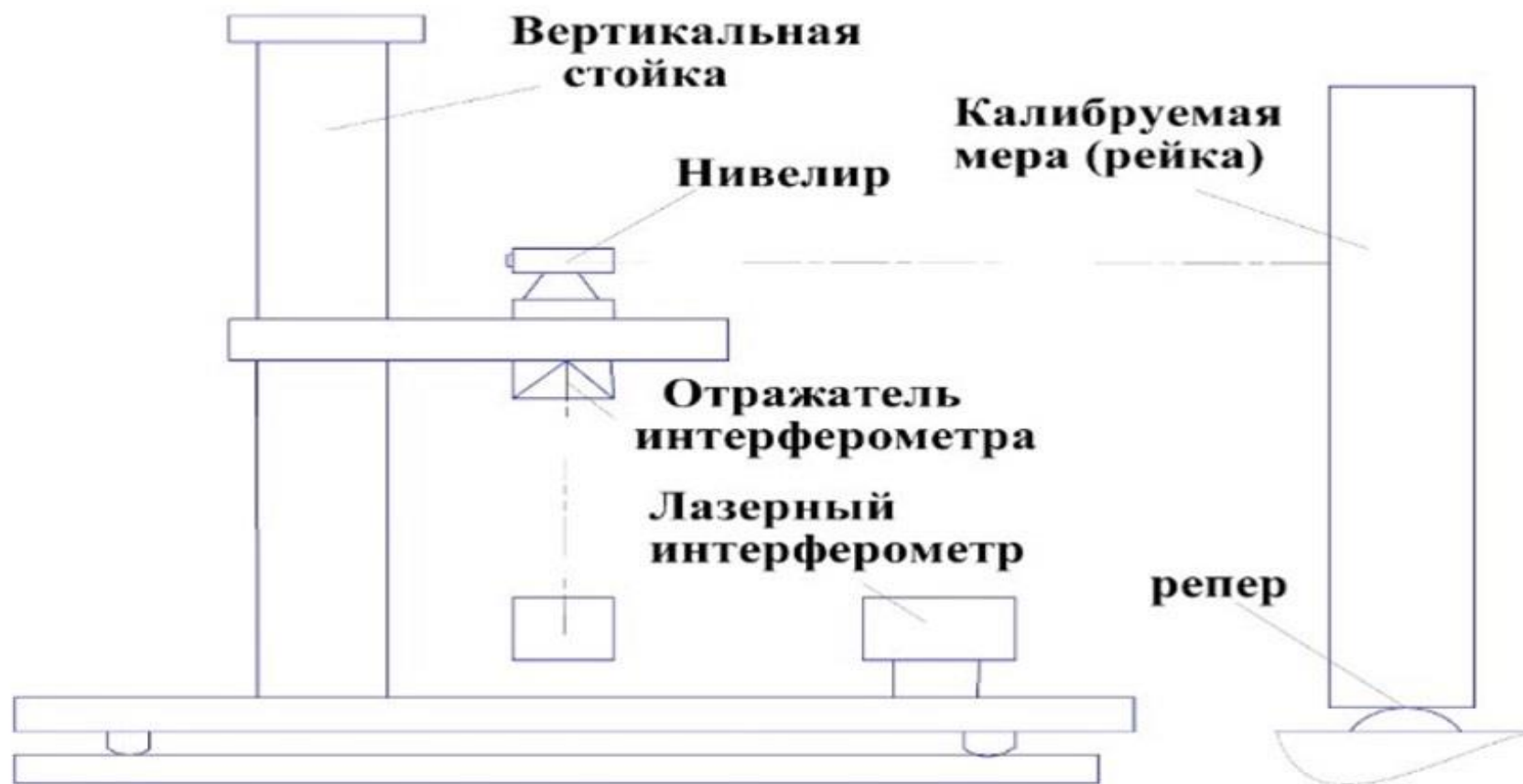
Математическая модель измерений:

$$\Pi_4 = \frac{D - L - d}{2} + d \quad \Pi_5 = \Pi_{зм} - d \quad \Pi_5 + \Pi_4 + L = D$$



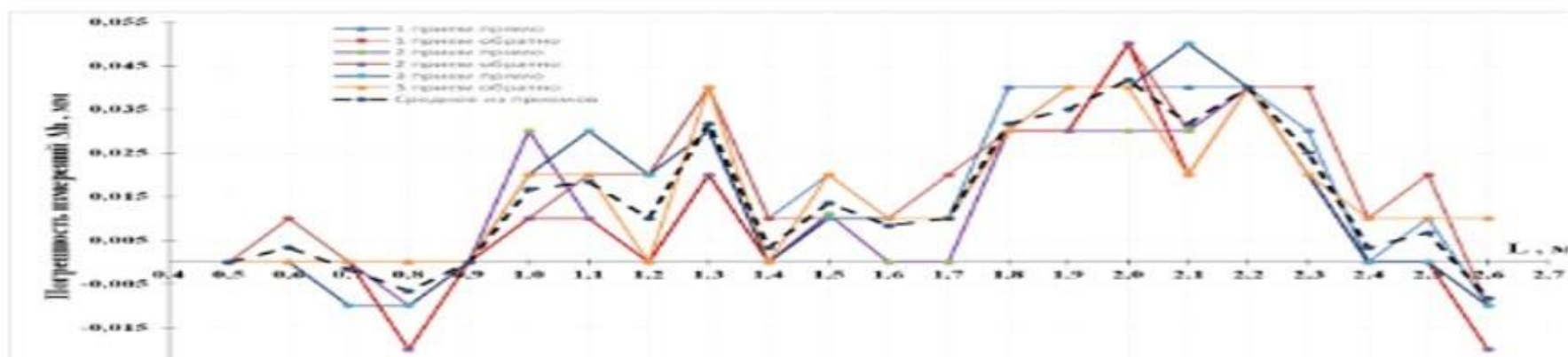
Принципиальная схема вертикального компаратора (патент РФ № 2584725)

$$u(h) = h_n - L_{\text{инт}}$$

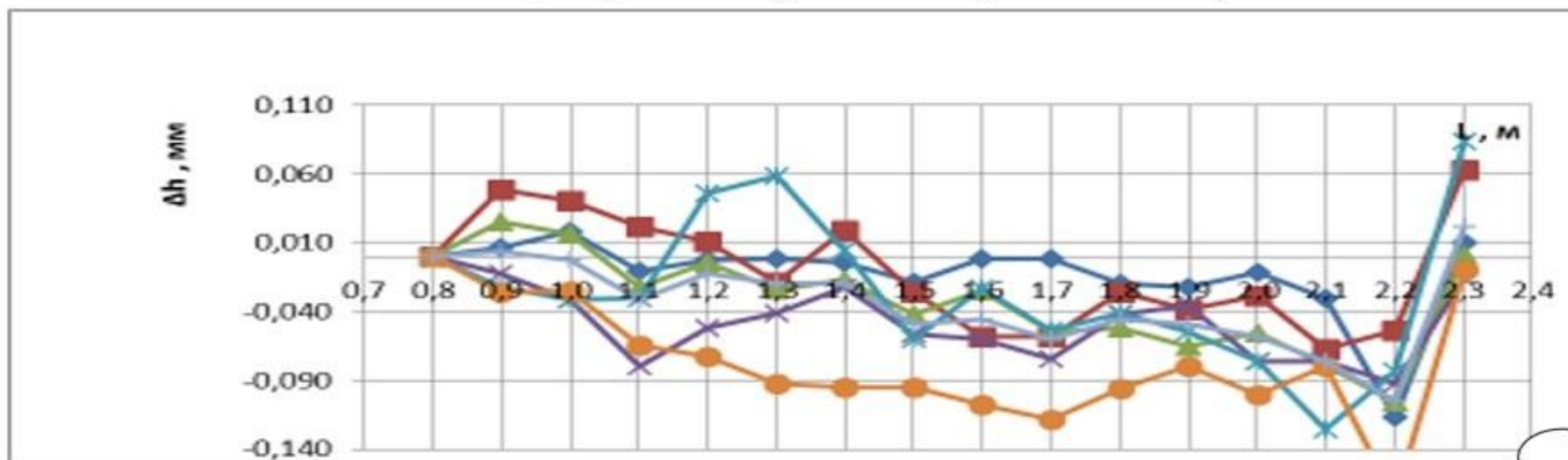


Исследование ИСЦН при разных расположениях рейки

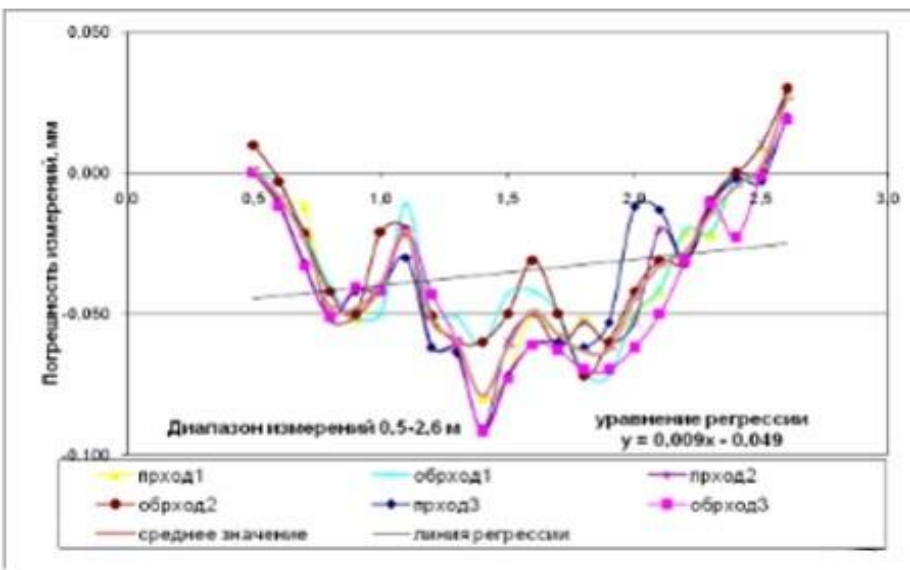
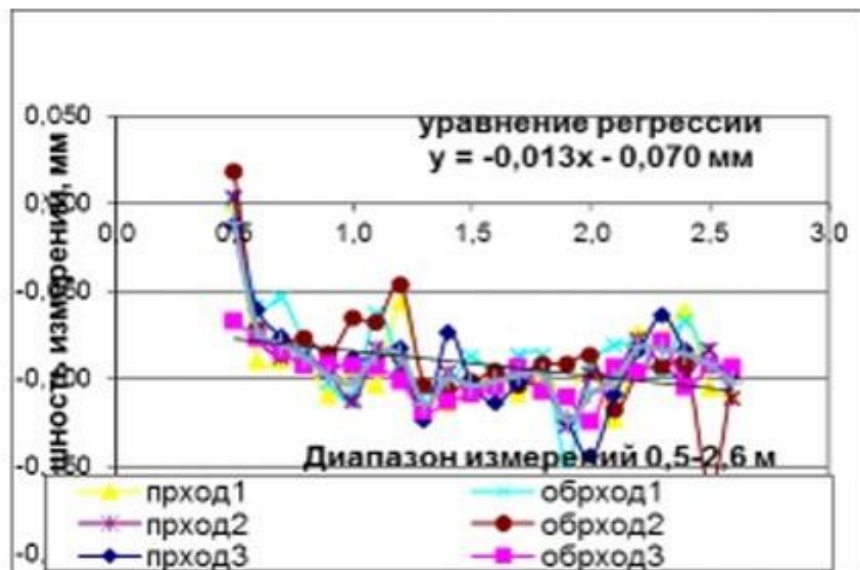
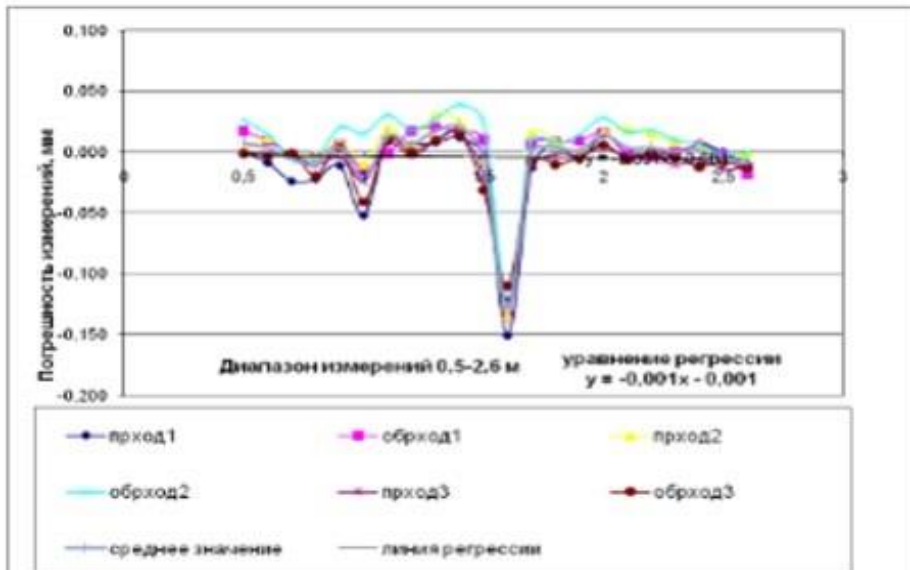
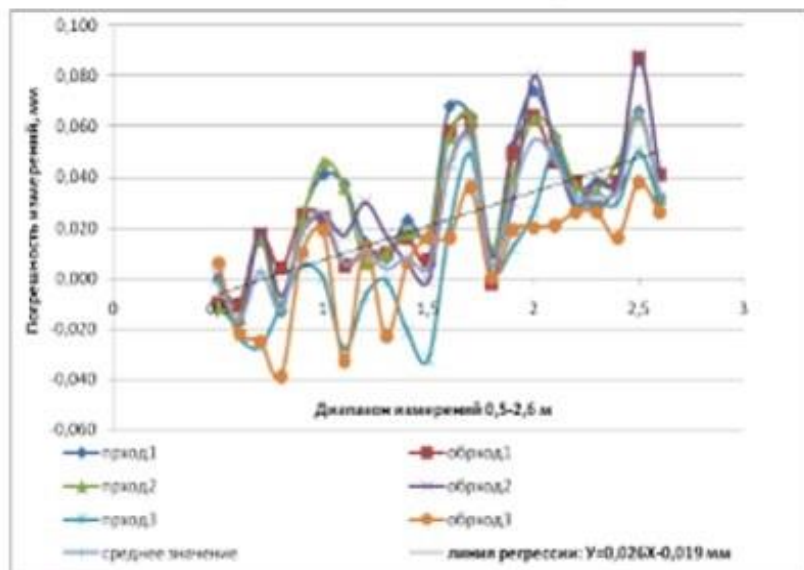
Исследования ИСЦН при калибровке с горизонтальной рейкой



Исследования ИСЦН при калибровке с вертикальной рейкой



Результаты исследований ИСЦН



Разработанная методика измерений измерительными системами с цифровым нивелиром и двухпяточными рейками позволяет результаты измерений в реальных условиях эксплуатации (патенты № 2535230, 2569940)

1. Калибруют пару двухпяточных реек, вычислив размеры между пятками в нормальных условиях h_{hi} ,
2. Нивелир устанавливают между рейками,
3. Берут отсчеты: h_{ai} – по задней рейке,
 h_{bi} – по передней,
4. Переворачивают обе рейки на 180° на те же точки, берут инверсные отсчеты h_a^* и h_b^* , получают:
превышения по задней рейке $h_a = h_{ai} + h_{ai}^*$,
превышения по передней рейке $h_b = h_{bi} + h_{bi}^*$,
5. Вычисляются и распределяются пропорционально отсчетам поправки за удлинение шкалы:
$$\delta_a = h_{на} - h_a, \delta_b = h_{nb} - h_b$$

Зависимость ПИ, вносимой рефракцией, от расстояния при изменении градиента температуры на 0,2°С, на 0,5°С и на 1°С

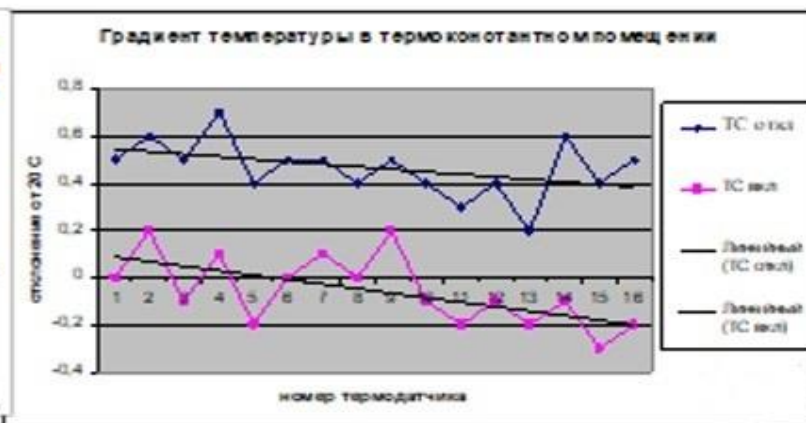
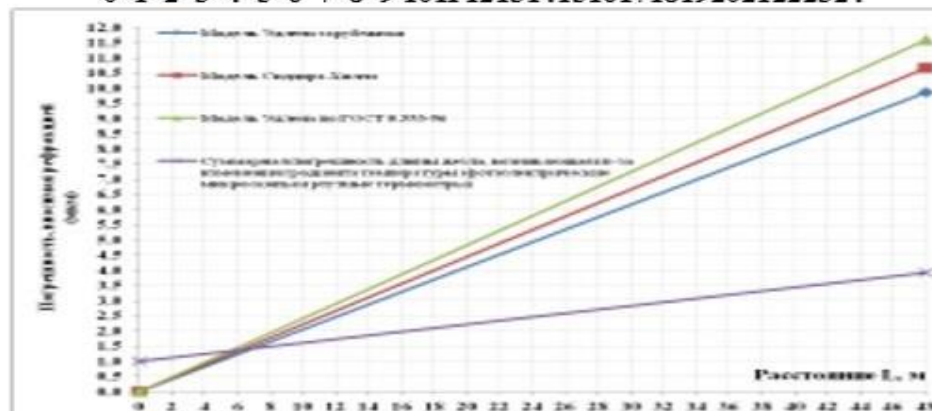
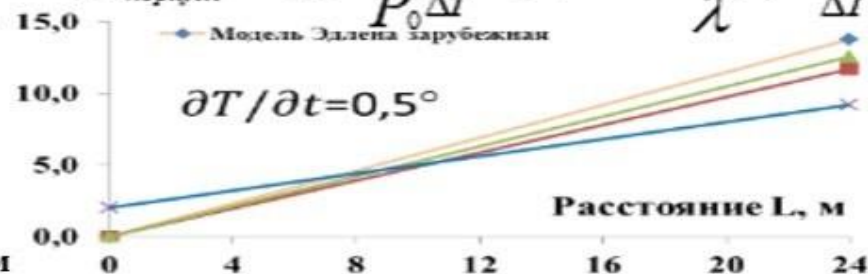
Распределение температуры в созданной лаборатории

$$\Delta(L) = (-0,361 \cdot \Delta P + 0,937 \Delta t + 0,054 \Delta f) \cdot L$$

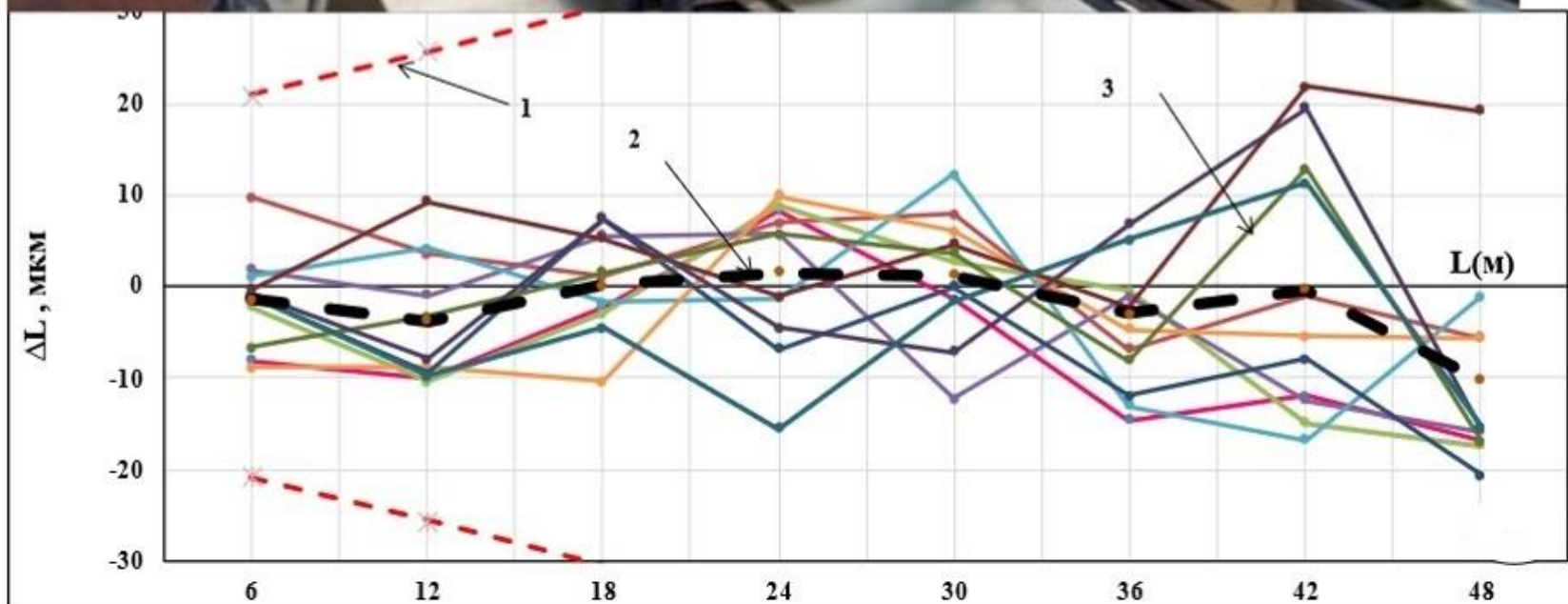
$$D(\lambda) = \sum_i^k n_{\text{нордусл}}(\lambda) dL_i$$

$$\text{где } m_{\text{нордусл}}(\lambda) = N_{\text{нордусл}} \times 10^{-6} + 1$$

$$N_{\text{нордусл}} = N(\lambda) \times \frac{T_0 \Delta P}{P_0 \Delta T} - \left(17,045 - \frac{0,5572}{\lambda^2} \right) \times \frac{\Delta H}{\Delta T}$$



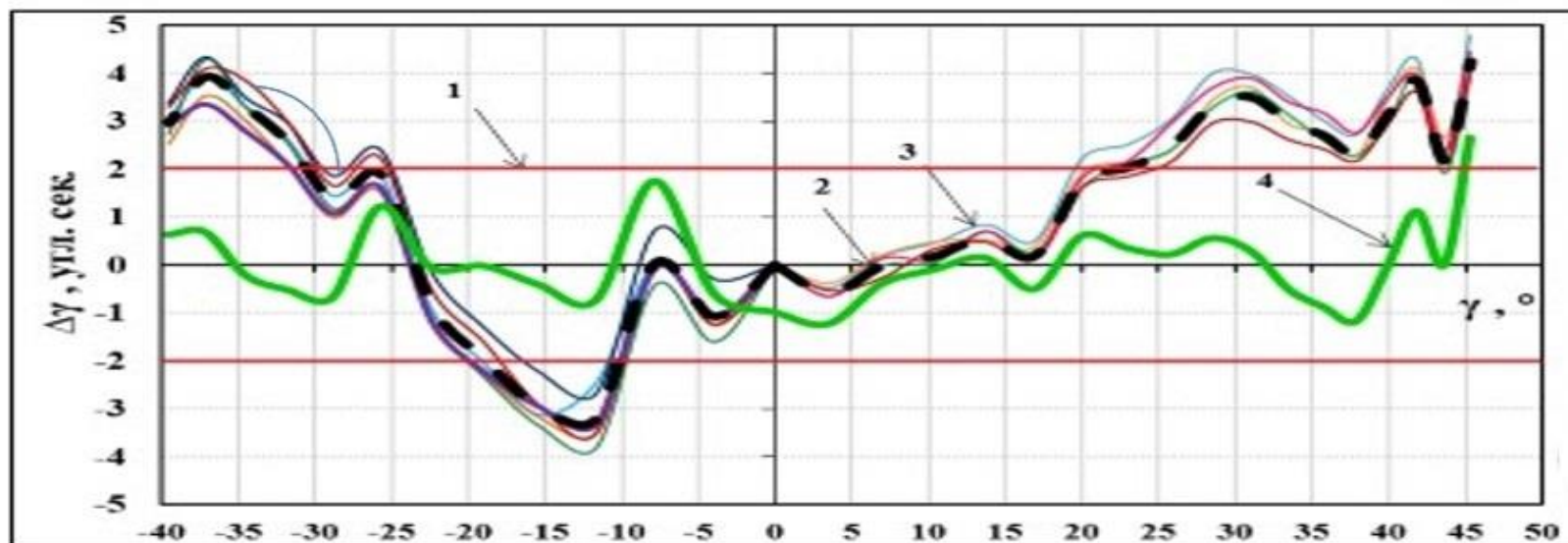
Механическая реализация метода исследований лазерного трекера «FARO Laser tracker Vantage» в диапазоне измерений до 48 м



Механическая реализация вертикального компаратора



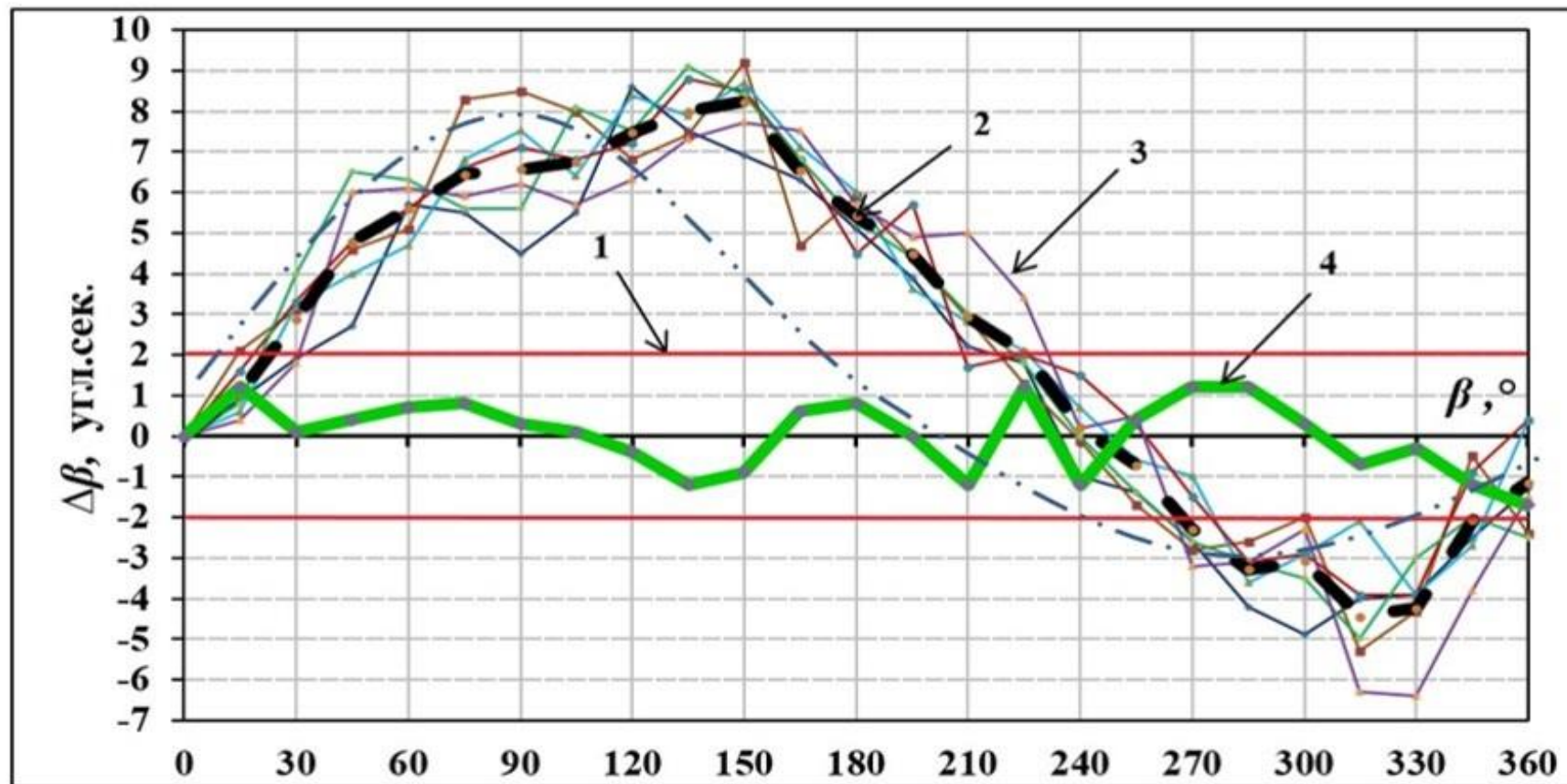
Результаты исследований погрешности измерений вертикальных углов
лазерным трекером FARO Laser Tracker Vantage S



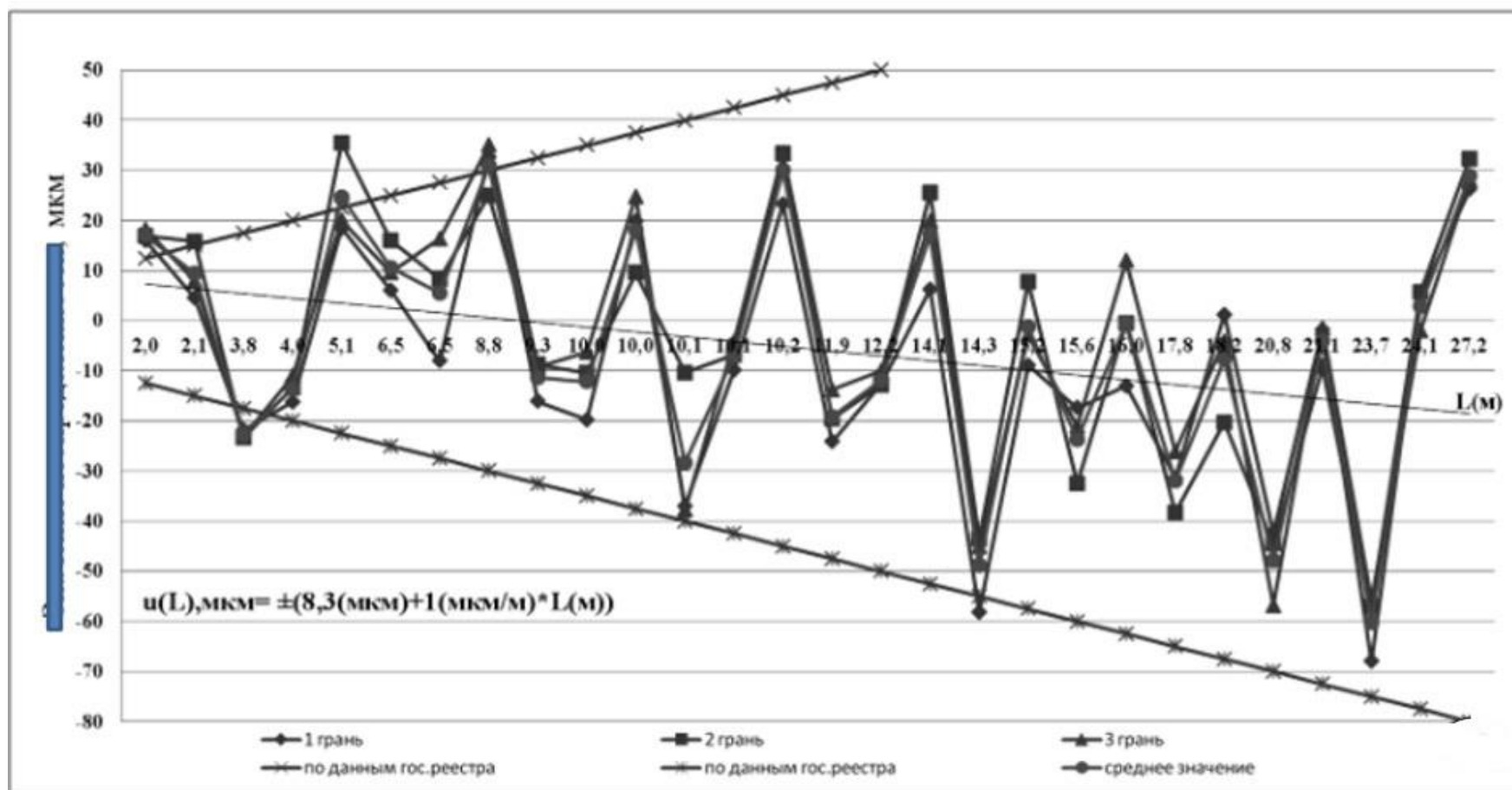
Механическая реализация компаратора для исследований горизонтальных угловых измерительных систем



Графики зависимости погрешности измерений при аттестации углового компаратора с помощью эталонного тахеометра Leica TC-2003



Контроль прямоугольных координат по неподвижным маркам лазерным трекером длины линий в пространстве



Результаты аттестации модернизированного линейного компаратора с помощью специального первичного эталона - лазерного трессера фирмы «Etalon» (Германия)

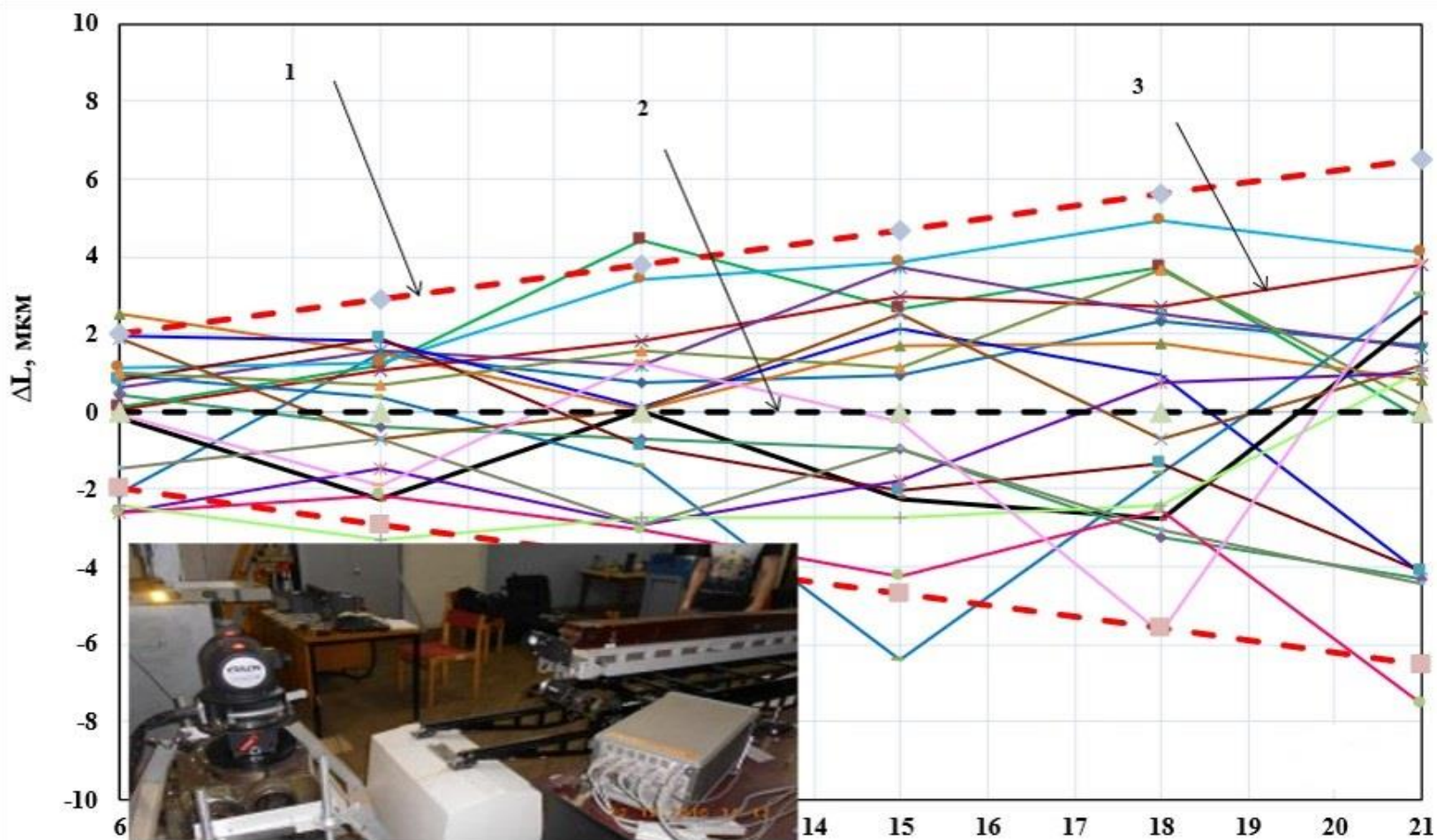


Схема метрологического обеспечения координатных средств измерений

