

Разработка научно-технической базы создания оптико-электронного комплекса для исследований мобильных координатных средств измерений

Докладчики: Главный метролог МИИГАиК к.т.н. доцент

Голыгин Николай Христофорович

Главный научный сотрудник д.т.н., профессор

Лысенко Валерий Григорьевич

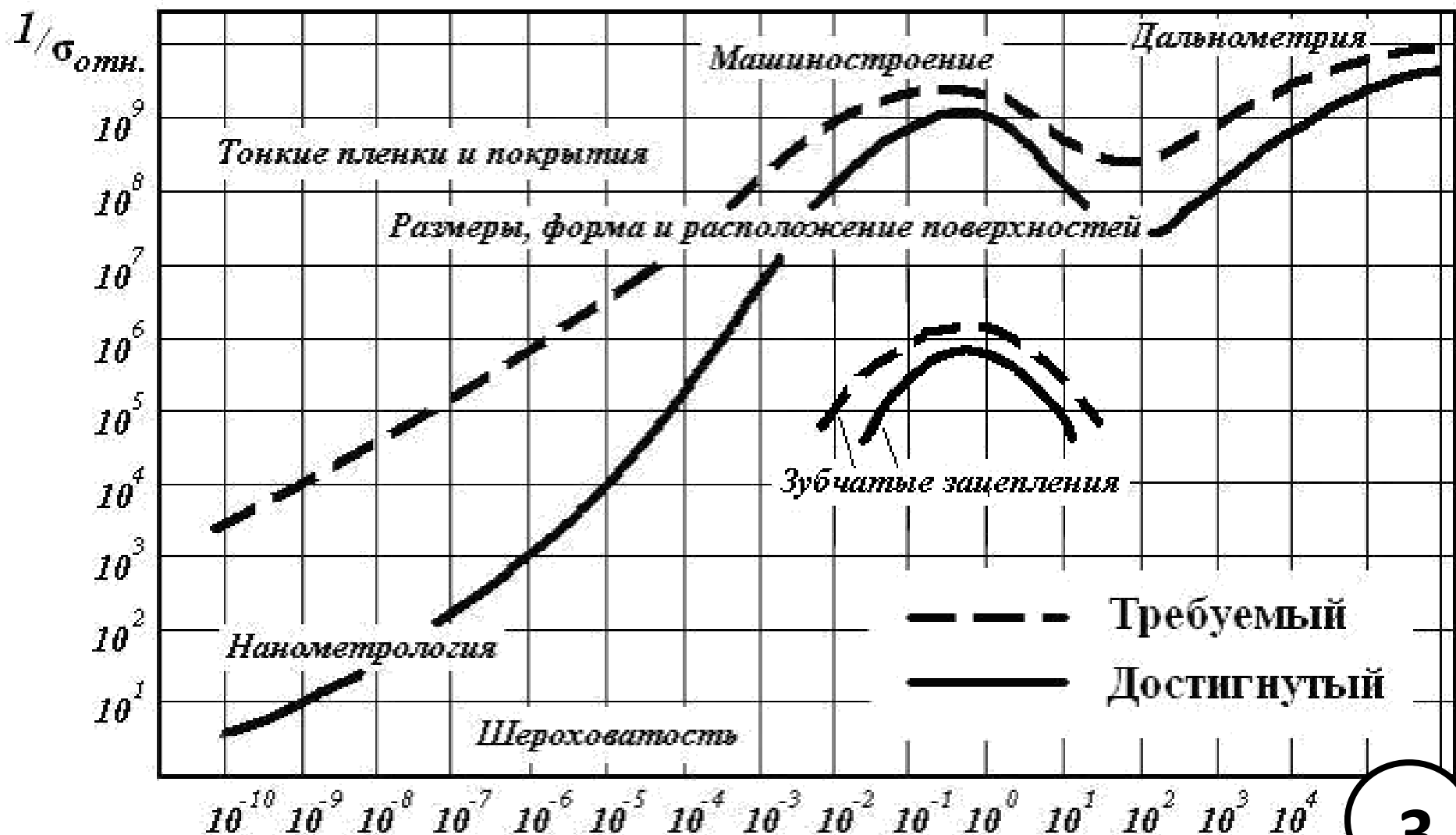
ФГУП (ВНИИМС)

Актуальность работы

В настоящее время в отечественной промышленности требуется знание значений действительных пространственных координат множества точек на сложных объектах в соответствии с их математическими моделями в реальных условиях (контроль параметров турбинных лопаток, зубчатых колес, отклонений формы и расположения отдельных элементов, например, при определении взаимного расположения основных осей самолета и т.д.).

При этом при изготовлении и эксплуатации крупногабаритных изделий и объектов (с габаритами в несколько десятков метров) с целью обеспечения их эксплуатационных показателей необходимо обеспечить точность измерений в широких диапазонах пространственных координат в производственных условиях в любой точке заявленного пространства измерений.

Уровень точности измерений, требуемый в промышленности

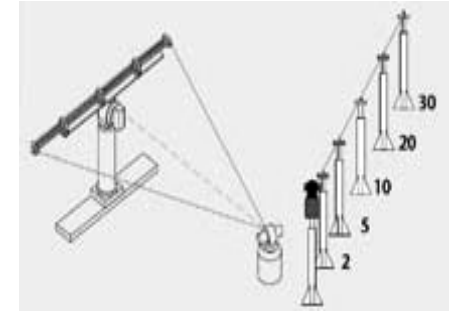
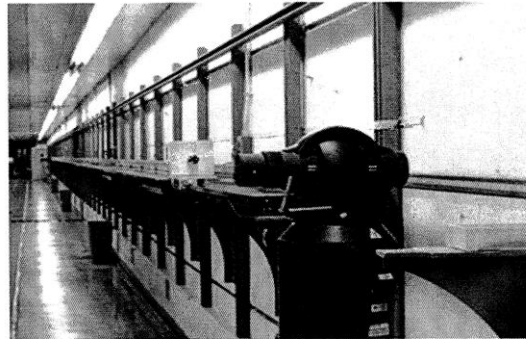
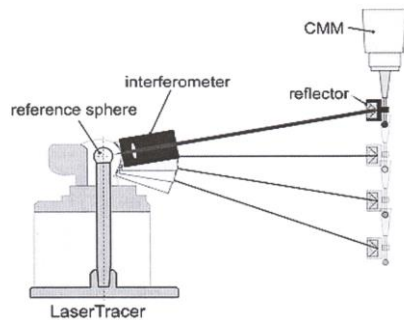


Метрологическое обеспечение МКСИ

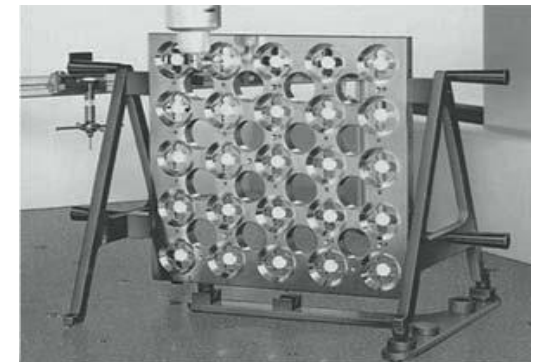
«PTB»

NIST

ISO 10360-10



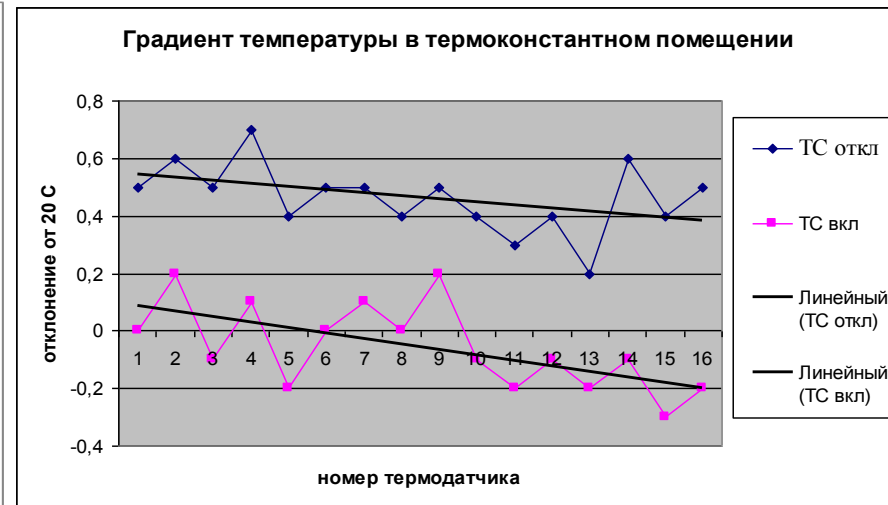
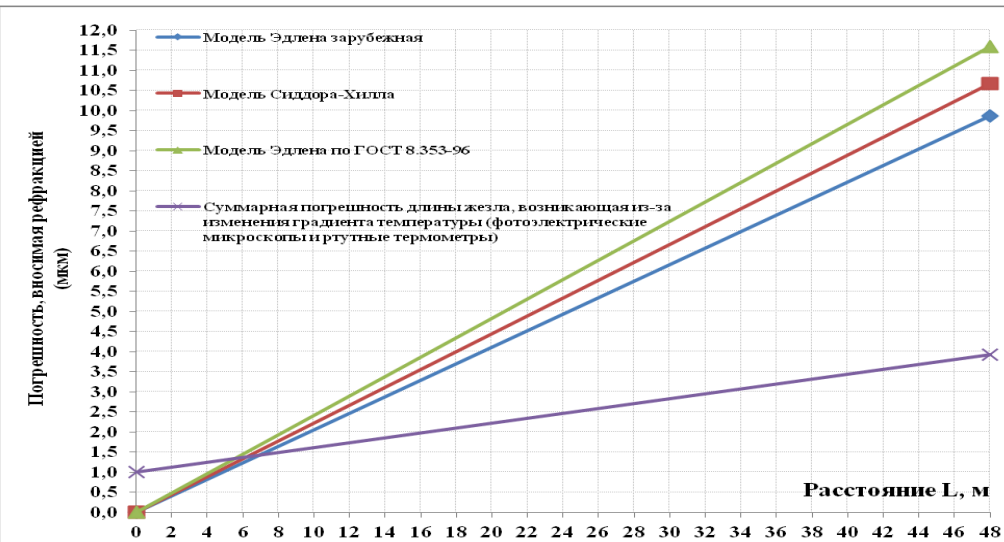
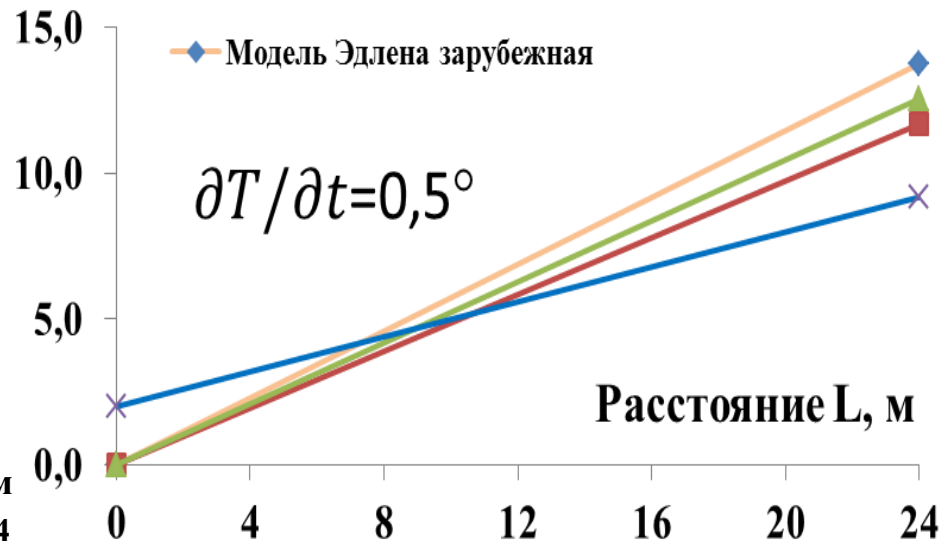
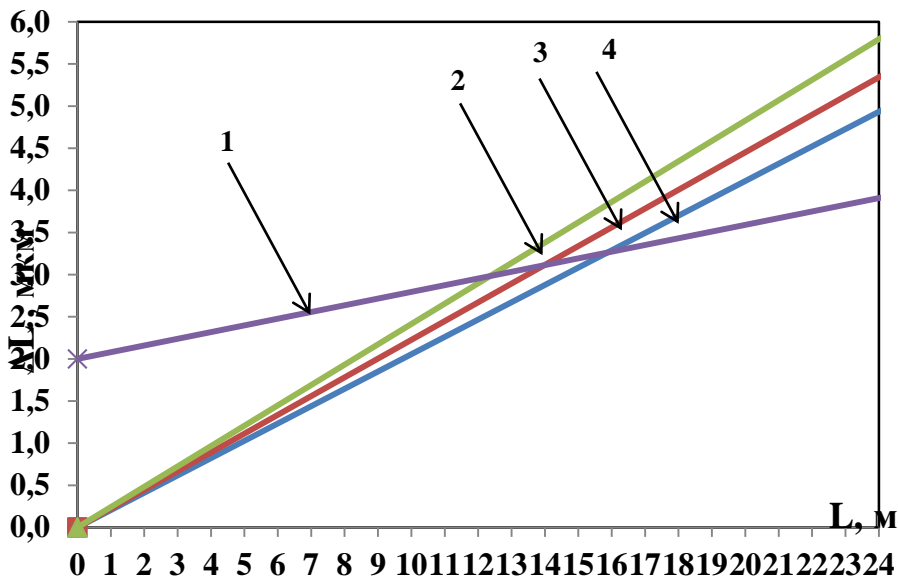
Фирма «Коба» (Германия)



На базе линейного оптико-механического 24-х метрового компаратора создан оптико-электронный комплекс для исследований пространственных сферических координат, измеряемых лазерными трекерами, электронными тахеометрами и другими мобильными координатными средствами измерений

Расположение стендов в термоконстантной лаборатории





Зависимость ПИ, вносимой рефракцией, от расстояния при изменении градиента температуры на $0,2^\circ\text{C}$ и на $0,5^\circ\text{C}$. распределение температуры в созданной лаборатории

Метод исследований ПИ длины с удвоением длины перемещения отражателя МКСИ

Прямолинейные направляющие

Каретка

Эталонный жезл

Угловой отражатель

МКСИ

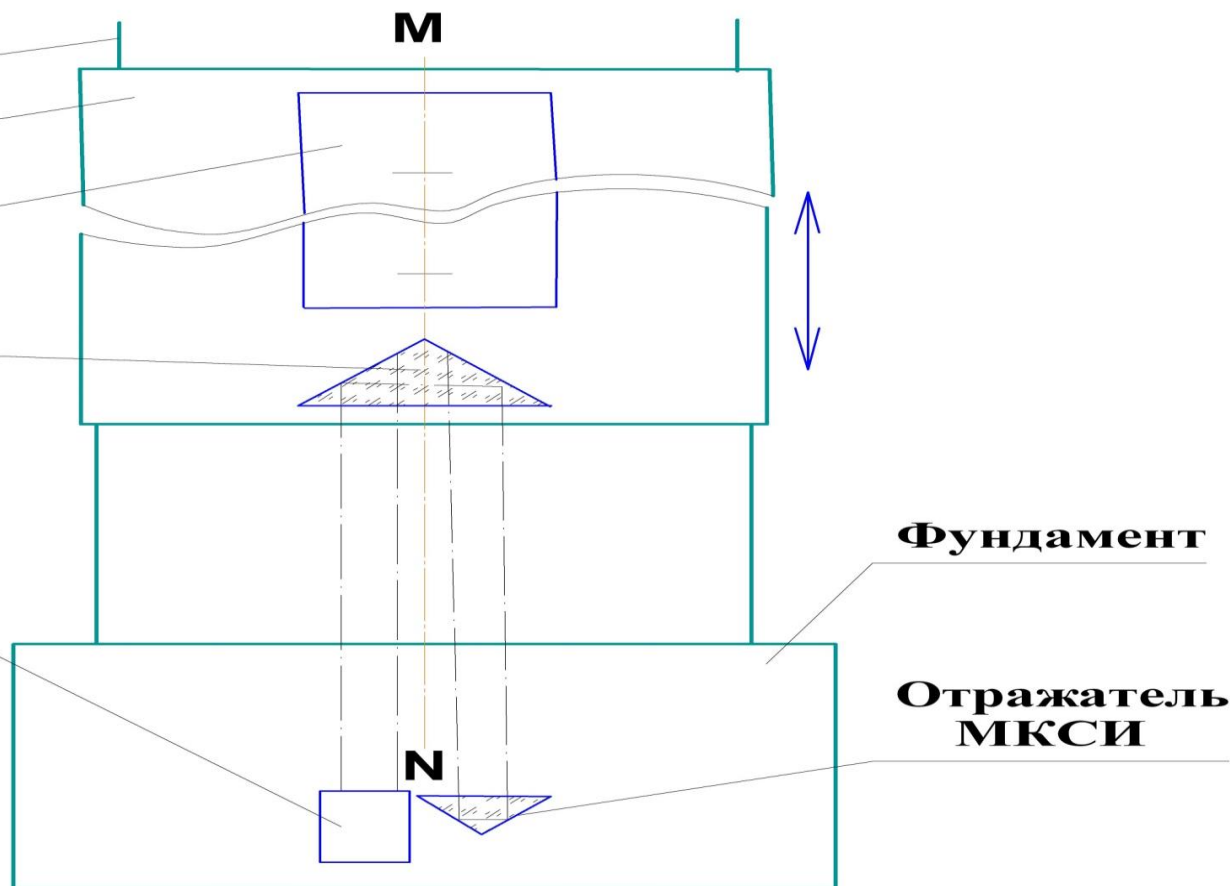
Математические модели:

для жезла

$$L_{48M} = 2 \times 8 L_{\text{жезла}}$$

для интерферометра:

$$L_{48M} = \lambda n + \lambda(n+0,1n) + \lambda(n+0,2n) + \dots + \lambda(n+0,1n) + \lambda n$$

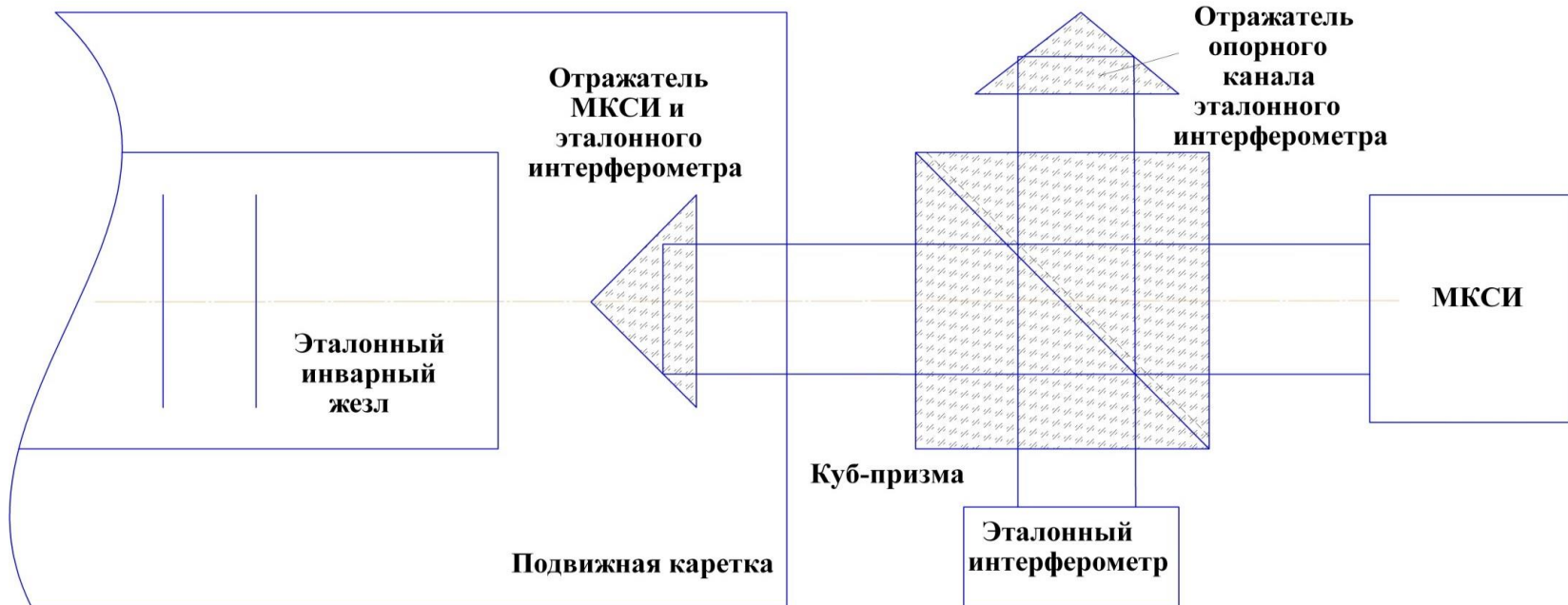


Разработанный *метод исследований МКСИ с эталонным инварным жезлом и эталонным лазерным интерферометром*

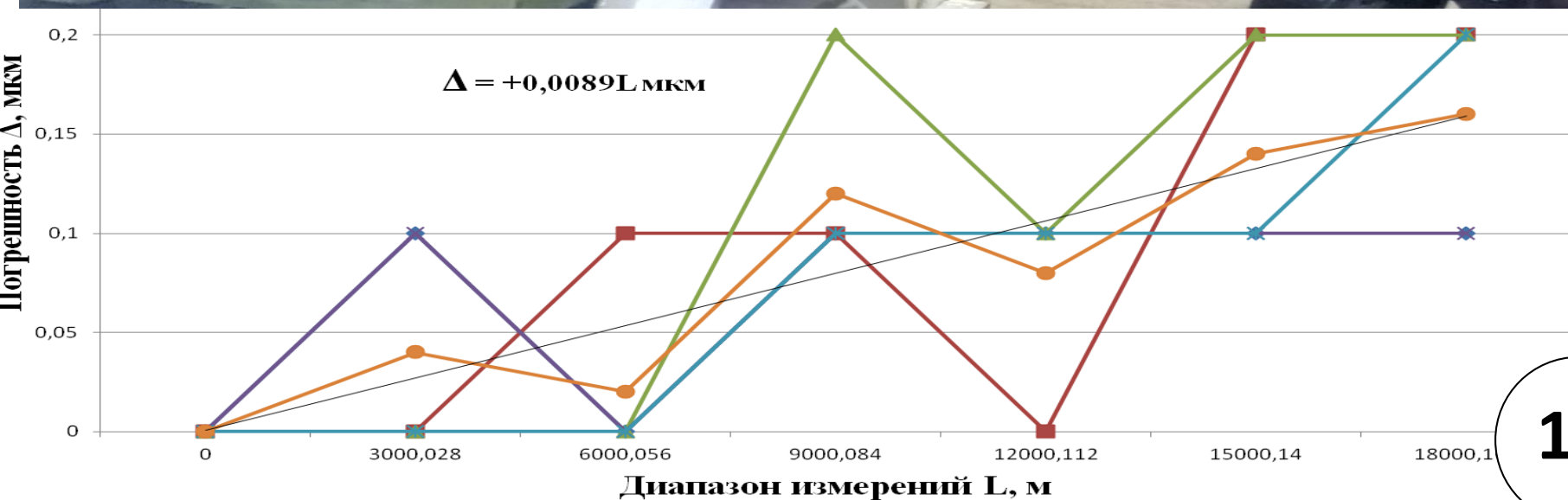
$\Delta_R = L_{\text{МКСИ}} - L_{\text{ИНТ}}$ погрешность с рефракцией

$R = L_{\text{ИНТ}} - L_{\text{ЖЕЗЛА}}$ влияние рефракции

$\Delta_{\text{МКСИ}} = \Delta_R - R = \frac{L_{\text{МКСИ}} - L_{\text{ИНТ}} - L_{\text{ИНТ}} - L_{\text{ЖЕЗЛА}}}{2}$ — погрешность МКСИ



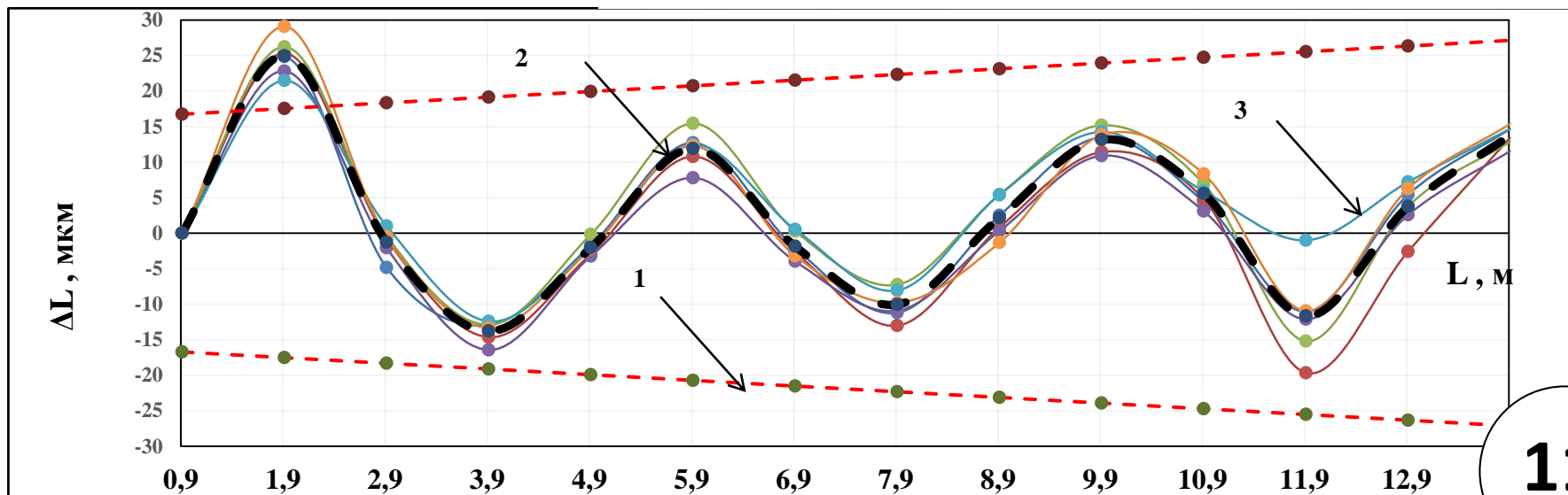
Результаты исследований МКСИ с эталонным инварным жезлом и двумя лазерными интерферометрами XL-80 (один эталонный)



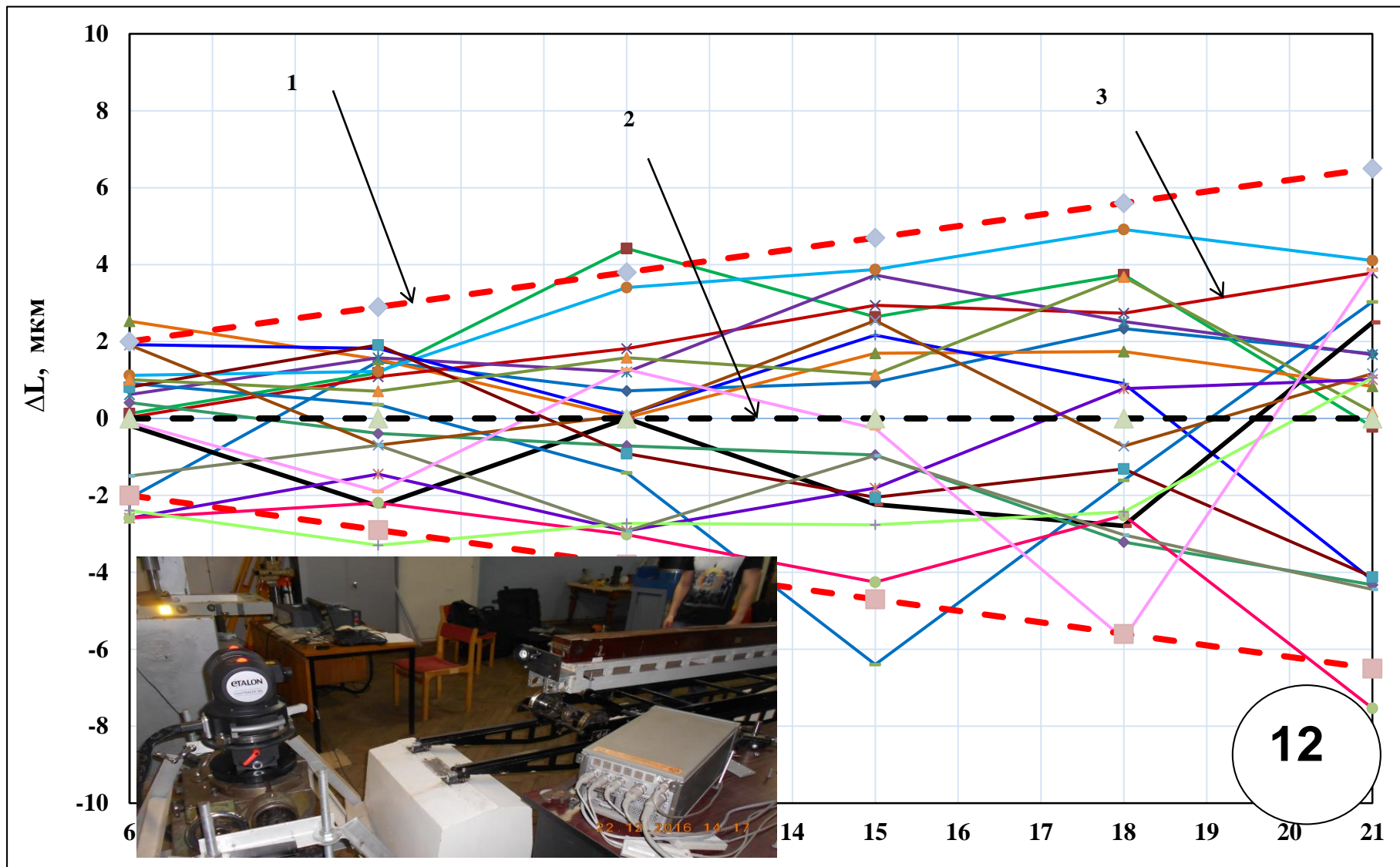
Механическая реализация компаратора с композитным жезлом



Поверка углов по композитному жезлу и лазерному интерферометру

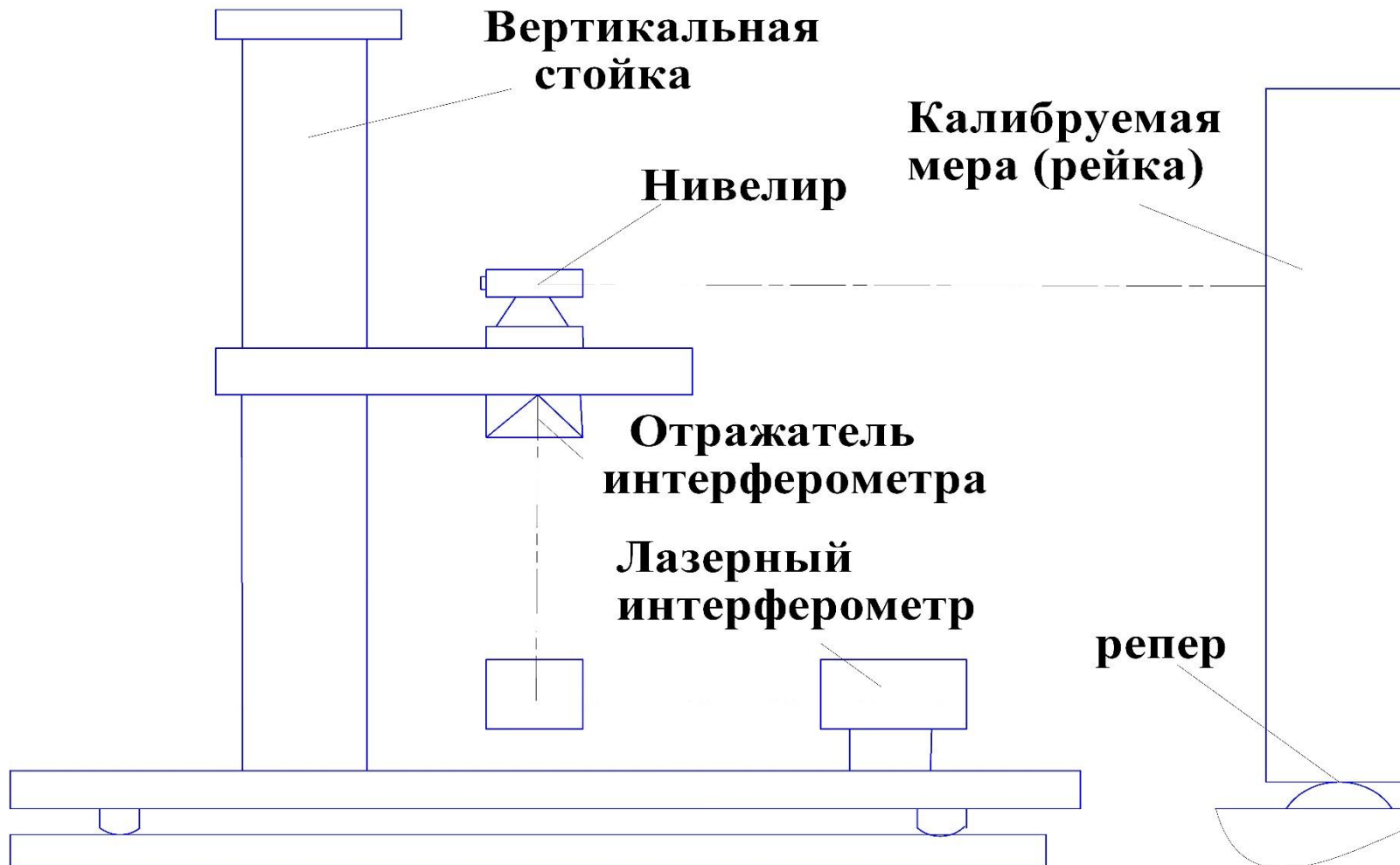


Результаты аттестации модернизированного линейного компаратора с помощью специального первичного эталона - лазерного трессера фирмы «Etalon» (Германия)



Принципиальная схема вертикального компаратора (патент РФ № 2584725)

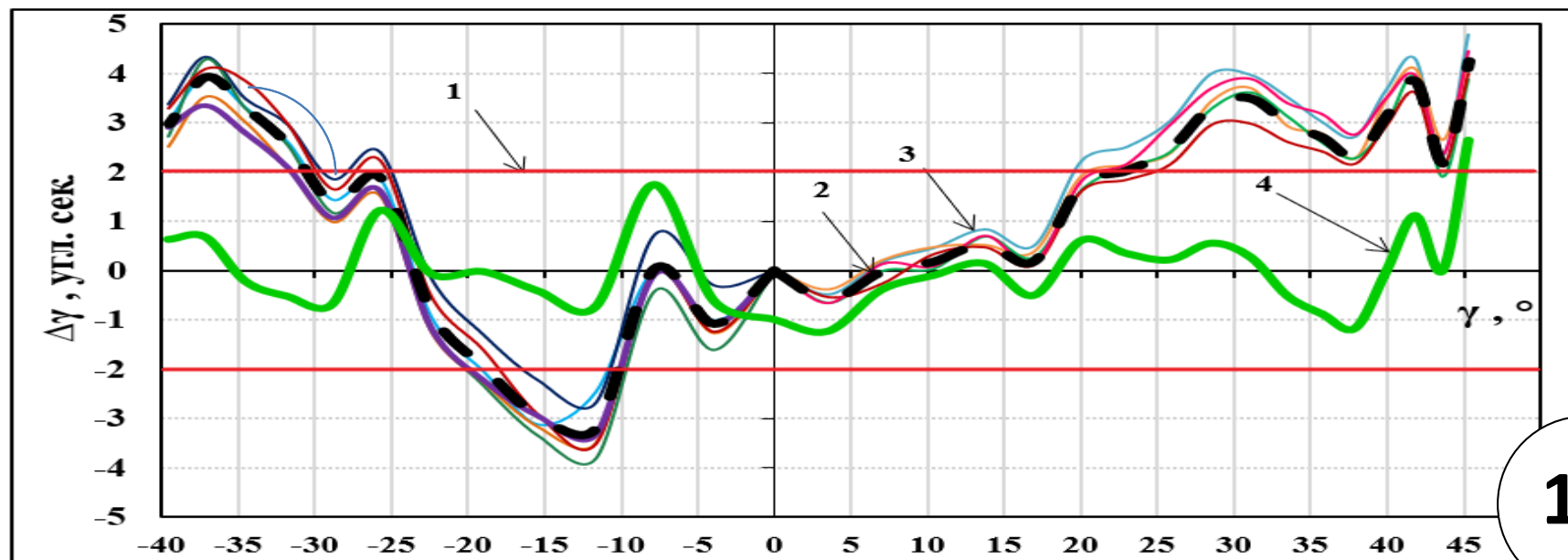
$$u(h) = h_n - L_{\text{инт}}$$



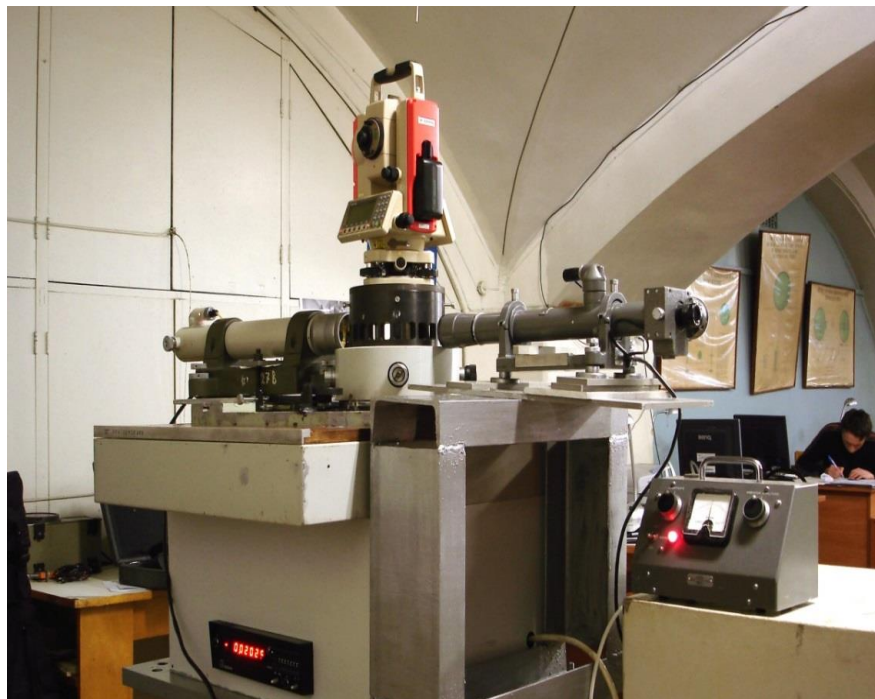
Механическая реализация вертикального компаратора



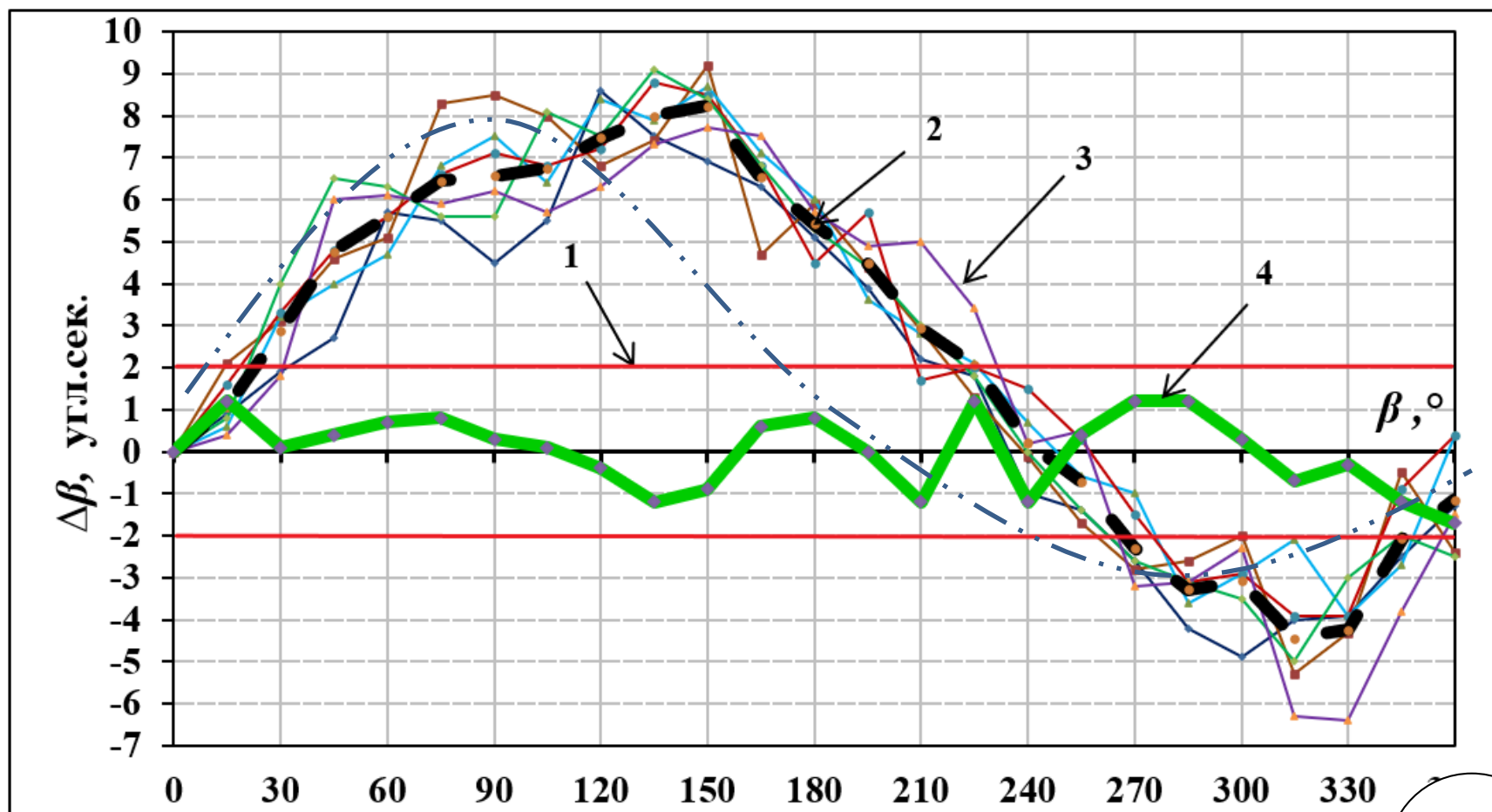
Результаты исследований погрешности измерений вертикальных углов лазерным трекером FARO Laser Tracker Vantage S



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

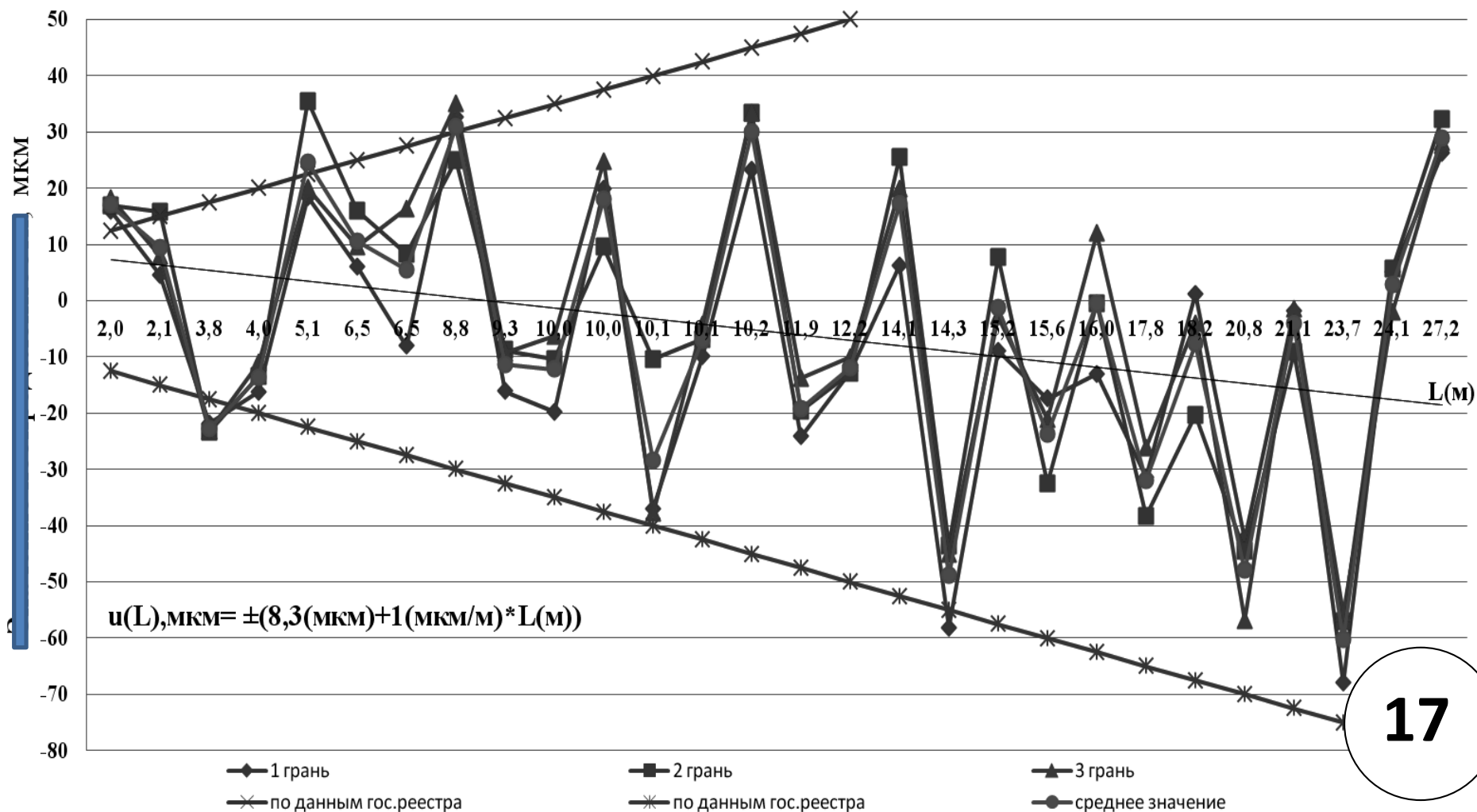
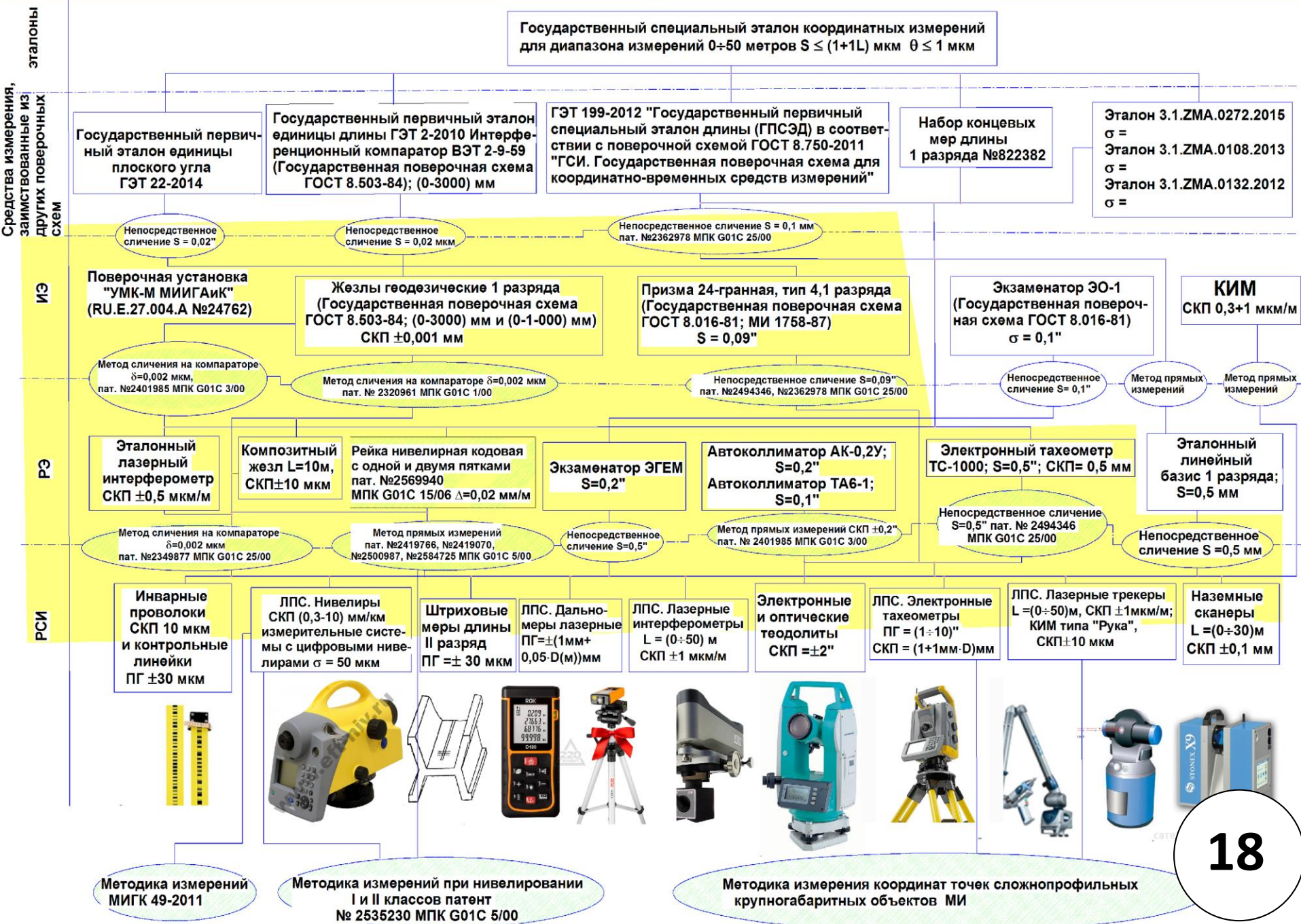


Схема метрологического обеспечения координатных средств измерений



По результатам работы получено 13 патентов на изобретения
и зарегистрированы три программы для ЭВМ

Доклад окончен
благодарю за внимание