



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт неразрушающего контроля

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СКРЫТЫХ БАЗ ПРИ КОНТРОЛЕ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМ ОРИЕНТАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

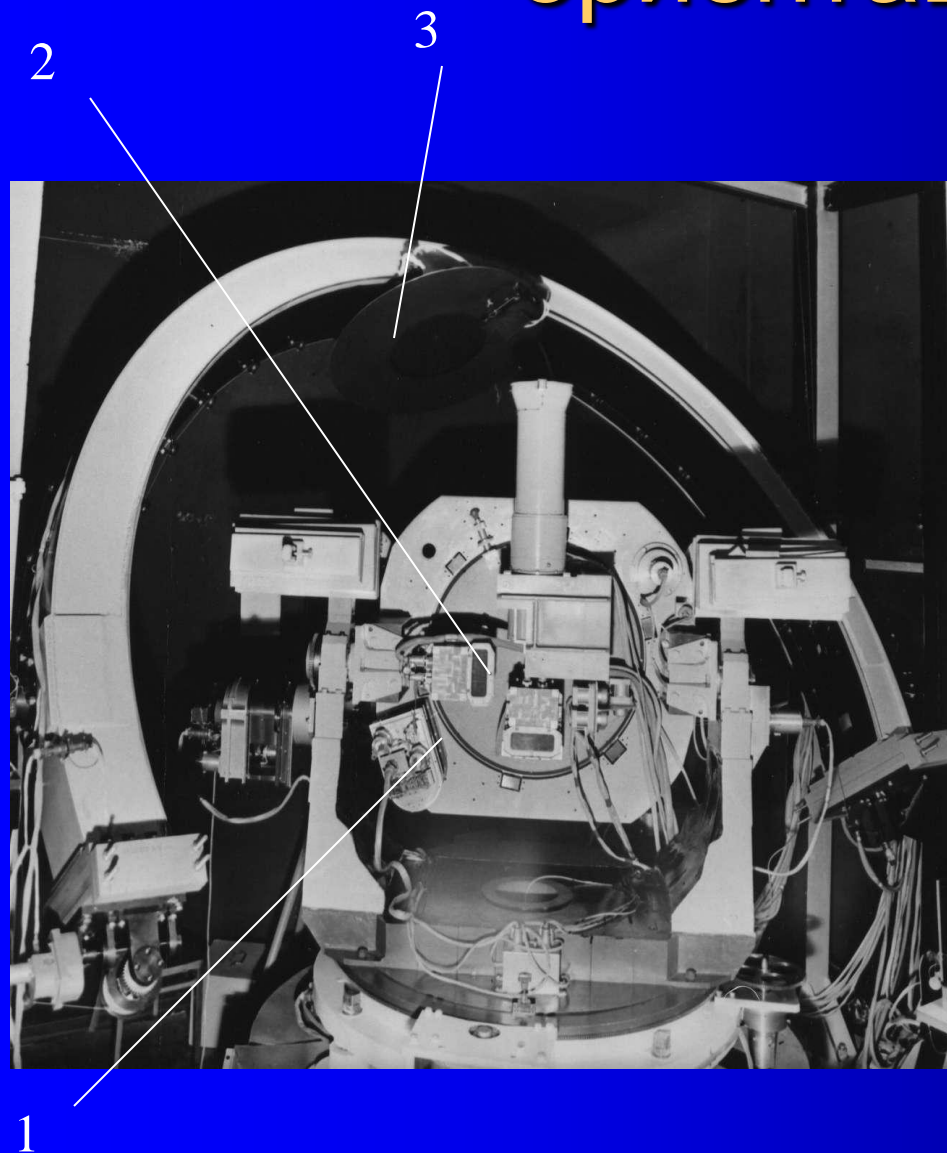
*Гормаков А.Н., доц. каф. ТПС  
ИНК НИ ТПУ, 2016 г.*

В состав комплекса [1] для испытаний и полунатурного моделирования систем ориентации КА входят:

- динамические стенды с одной или двумя степенями свободы для отработки датчиков ориентации (инфракрасные построители вертикали, датчики Солнца);
- имитаторы излучения Земли и Солнца; измеритель моментов исполнительных органов систем ориентации.

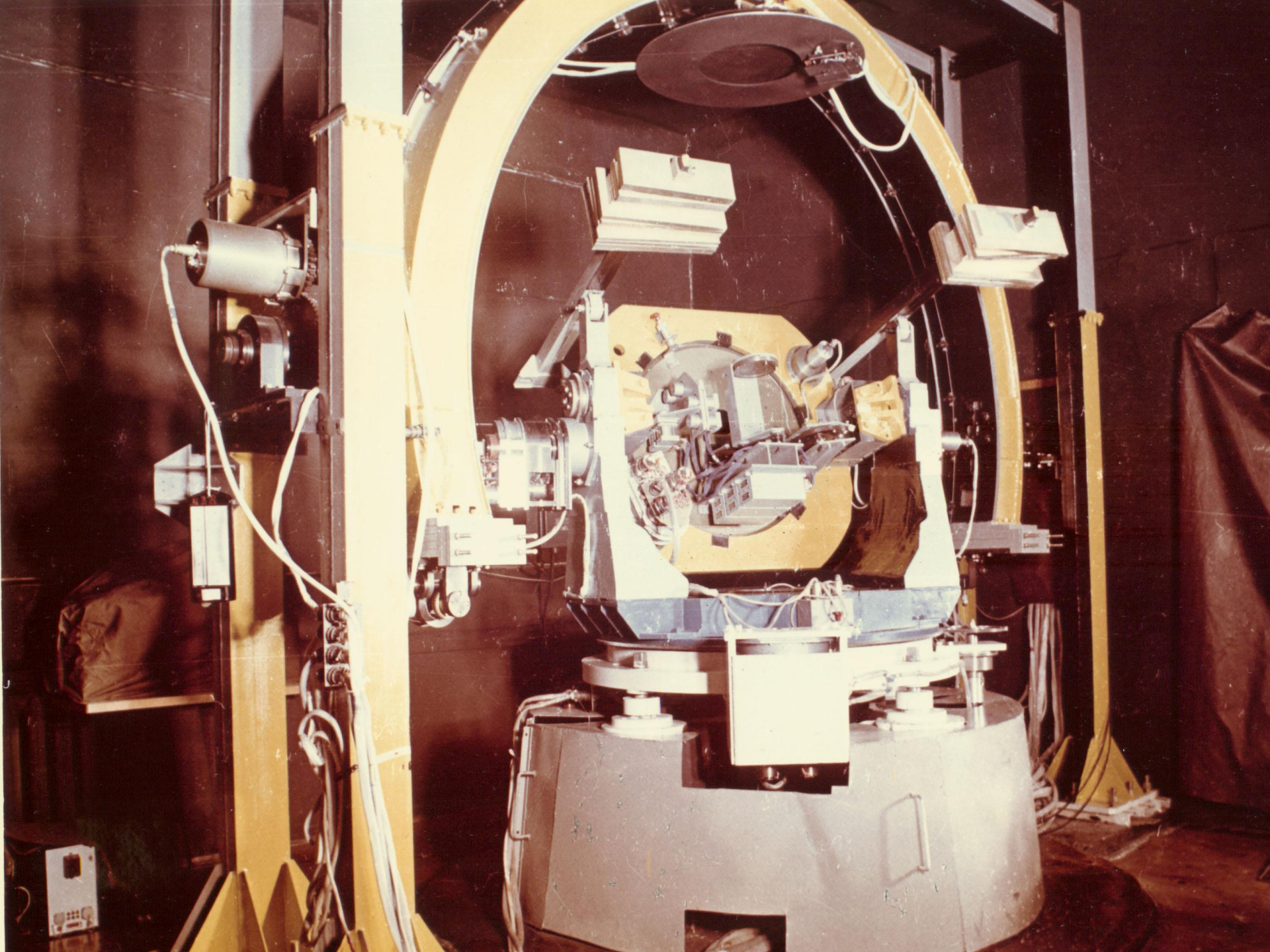
- Для моделирования режимов ориентации на таком комплексе нужно обеспечить высокую точность пересечения и ортогональности осей кардановых подвесов динамических стендов и высокую точность начальной выставки (взаимной привязки) осей стендов с осями или характерными точками имитаторов ориентиров.

# Комплекс для испытания систем ориентации КА

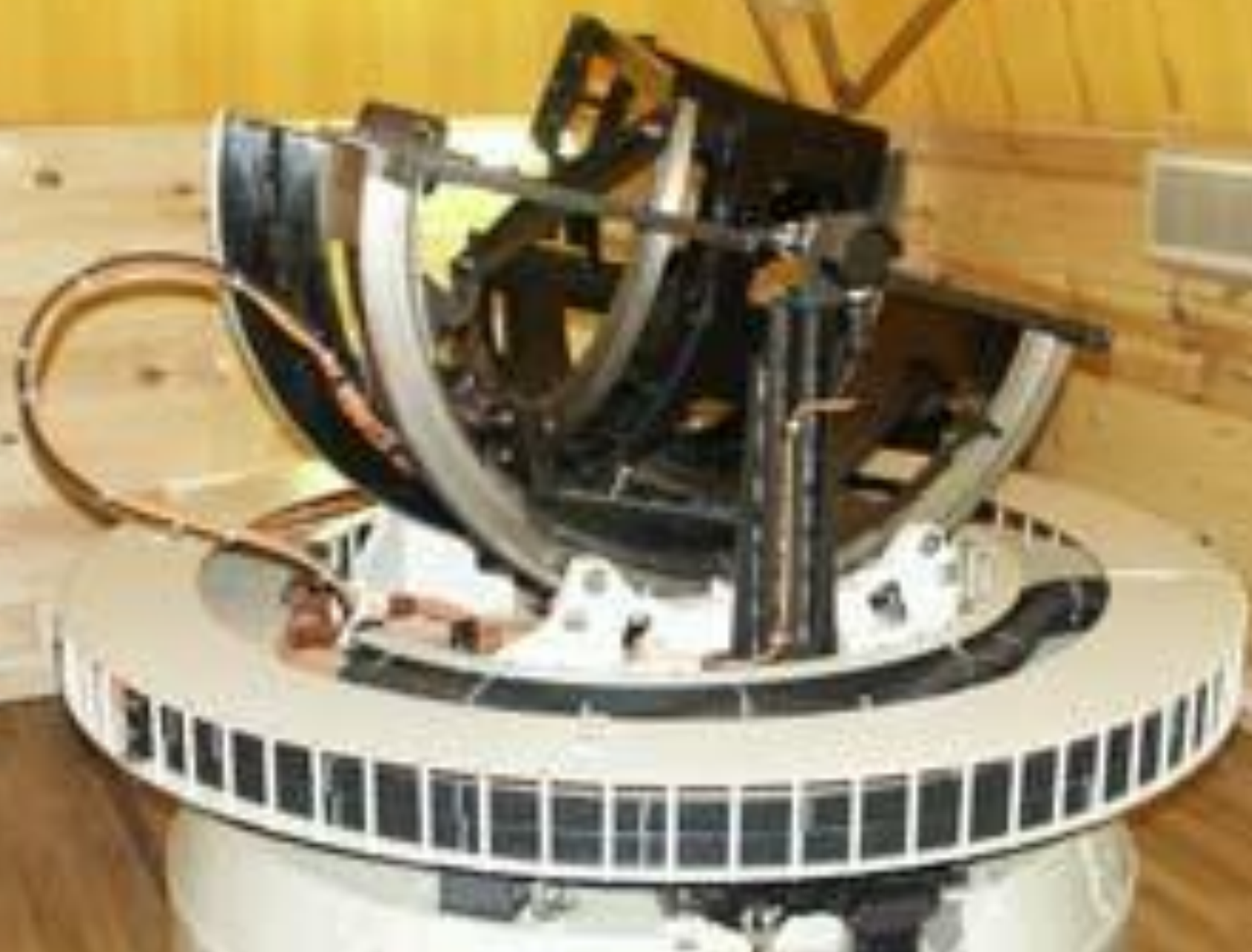


- 1 – динамический моделирующий стенд с тремя степенями свободы ДМС-3,
- 2 – штатные элементы системы ориентации,
- 3 – имитатор ИК излучения Земли









# Стенд с пятью степенями свободы

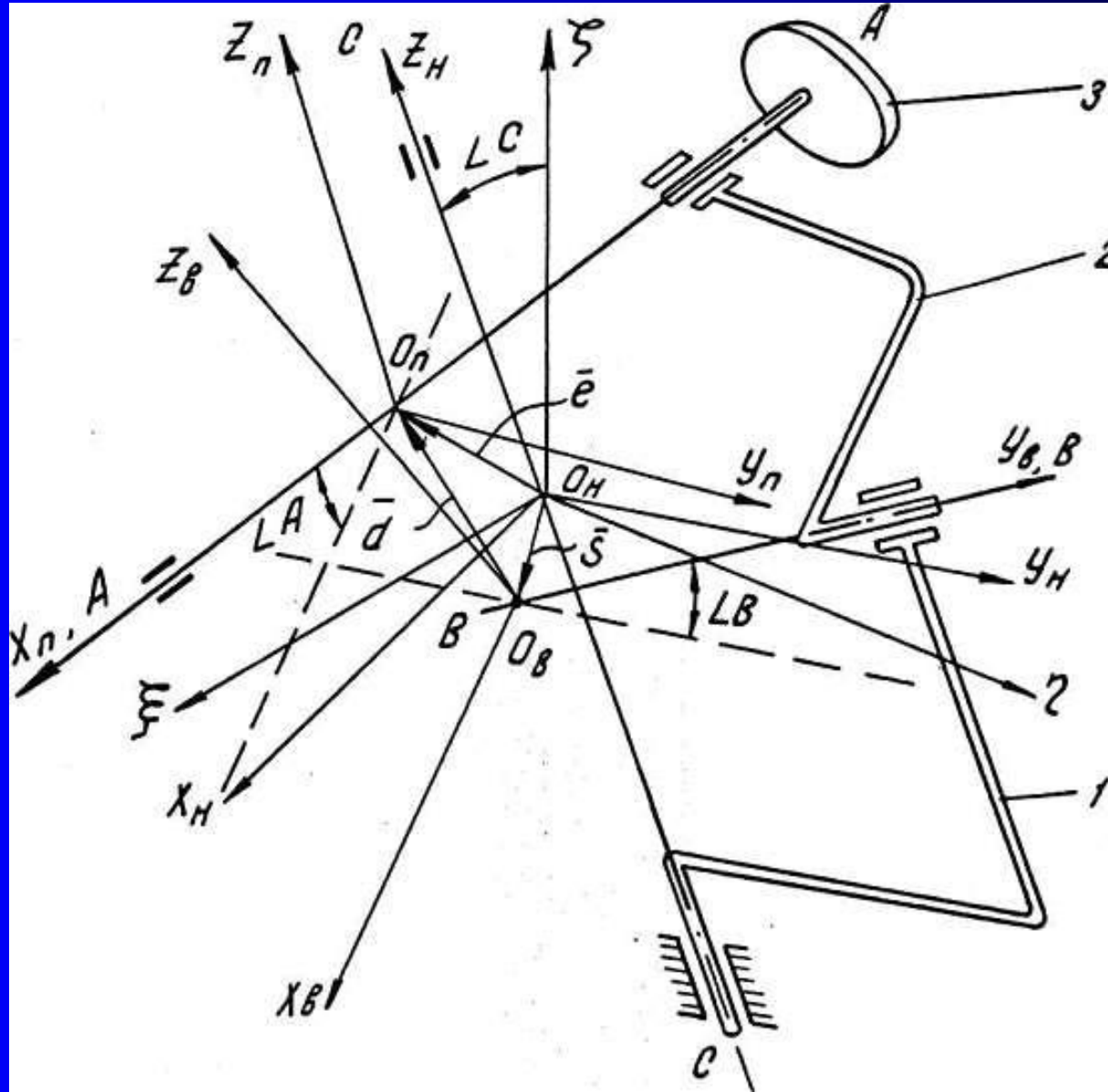


# Особенности конструкций динамических стендов

- Конструкции подвесов динамических стендов таковы, что в окрестности точки пересечения их осей пространство должно быть свободно от элементов конструкции для установки испытуемого оборудования. Это пространство определяется объемом испытуемого оборудования.



# Отклонение осей карданова подвеса от взаимного пересечения и перпендикулярности



## Скрытые базы и методы их материализации

Оси карданова подвеса относятся к скрытым базам [2]. Для контроля взаимного расположения осей в процессе сборки и регулировки их необходимо материализовать.

Материализовать оси и центры можно с помощью отвеса, уровня, центрирующих устройств, струн, визирных осей теодолитов, отражающих поверхностей (зеркал) и автоколлиматоров.

# Рекомендации по операциям контроля

## 1. Общая измерительная база

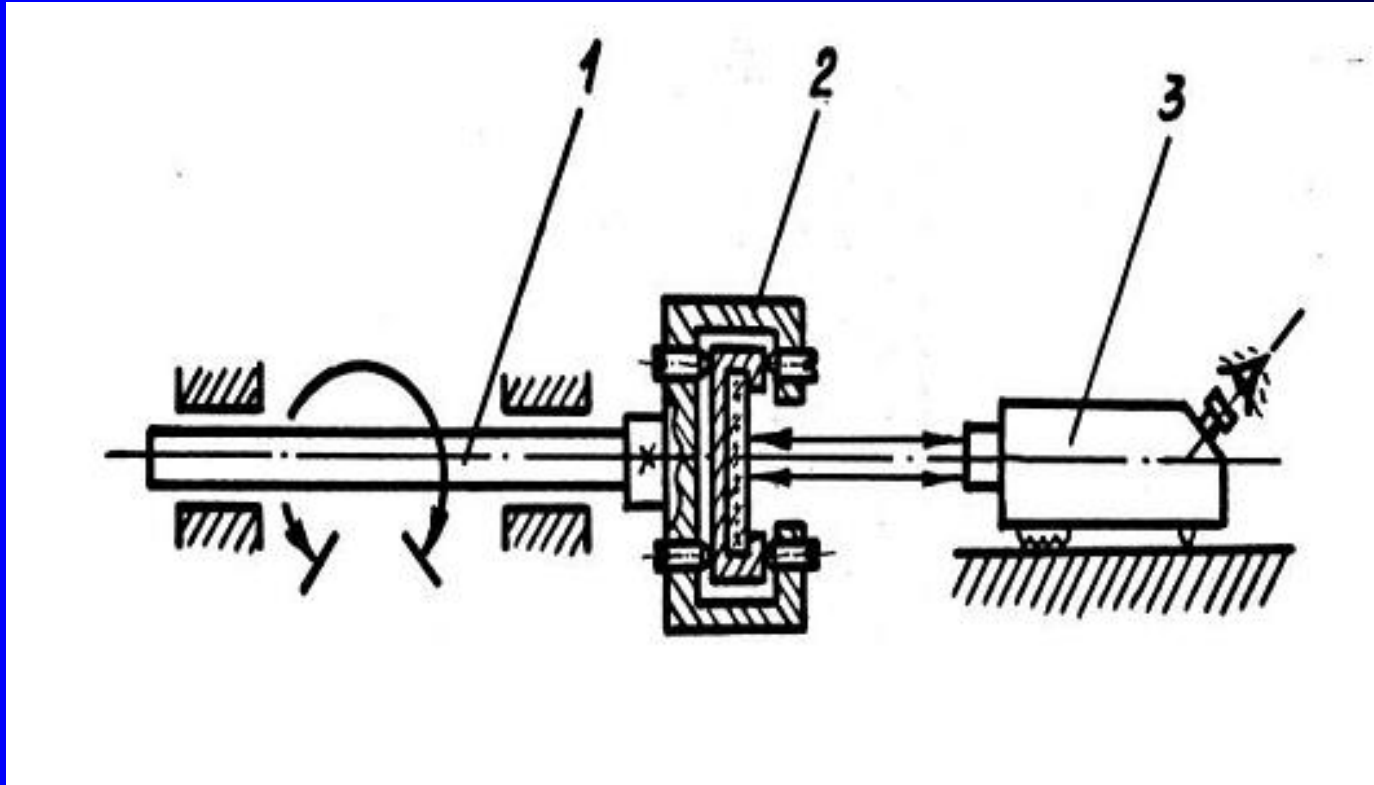
В качестве измерительной базы при контроле взаимного положения осей подвеса может служить плоскость горизонта (местная вертикаль). От этой базы с помощью уровней можно определить положение искомой оси подвеса или поверхности.



## 2. Материализация направления оси вращения вала

При контроле ортогональности осей подвеса направление оси удобно материализовать отражателем (зеркалом), установленном в регулируемой оправе на конструкции, которая поворачивается вокруг соответствующей оси, и автоколлиматора или автоколлимационного теодолита [3].

## 2. Материализация направления оси вращения



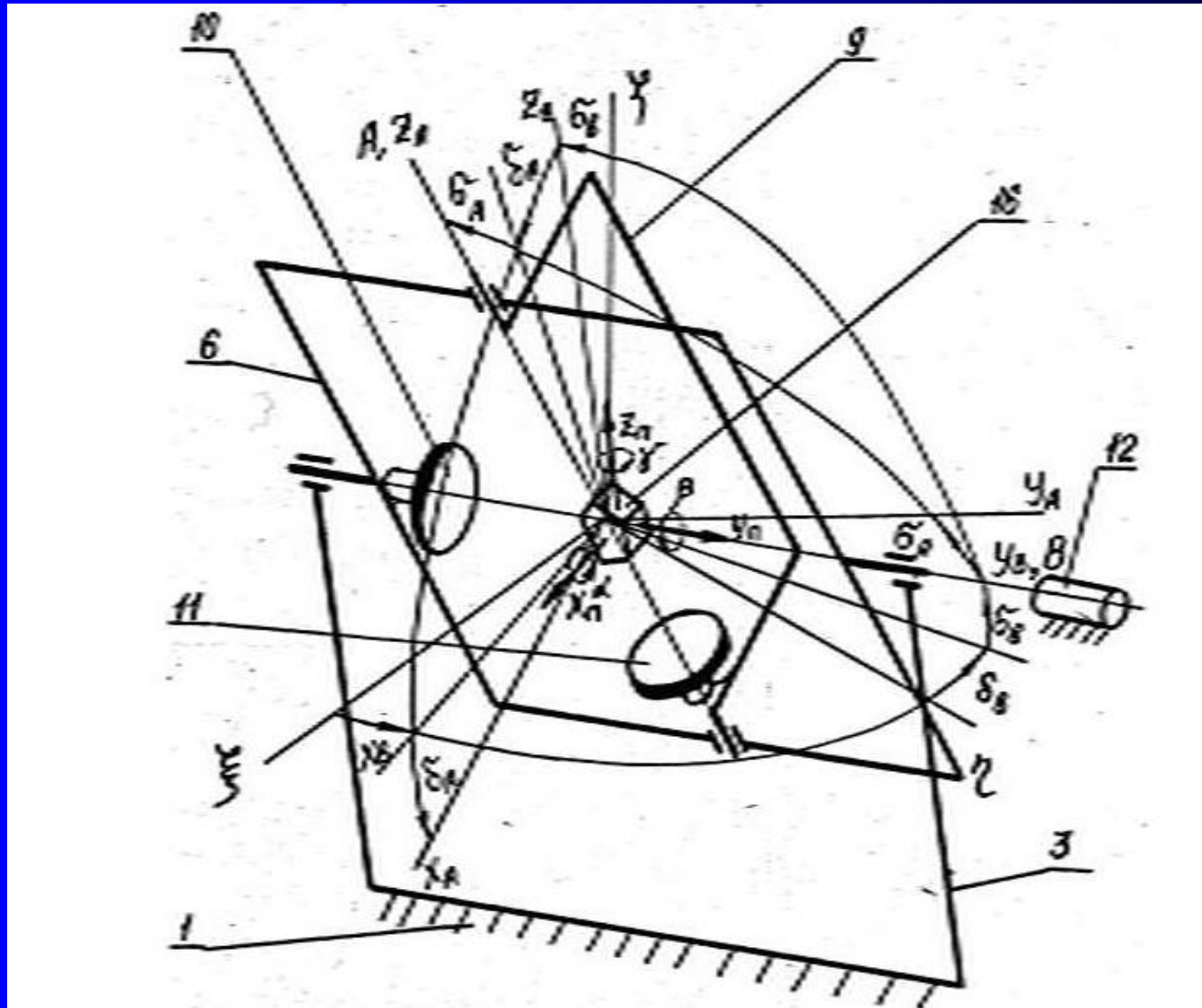
- 1 – вал, 2 - зеркало в регулируемой оправе, 3 - автоколлиматор

### 3. Контроль ортогональности осей

Контроль ортогональности осей удобно осуществлять с помощью отражателей, установленных ортогонально этим осям, автоколлиматора и пентапризмы, установленной в регулируемой оправке с тремя поступательными и двумя вращательными степенями свободы в область пересечения осей.



# 3. Контроль ортогональности осей



## 4. Контроль отклонения осей подвеса от пересечения

Контроль отклонения осей подвеса от пересечения в точке удобно осуществлять с помощью микроскопа и оптической сеткой с нанесенным на ней перекрестием и установленной в регулируемой оправке с тремя поступательными и двумя вращательными степенями свободы в окрестности точки пересечения осей [4].

## 5. Выставка в исходном положении оси подвеса на ориентир (имитатор излучения)

При выставке в исходном положении  
оси подвеса на ориентир (имитатор  
излучения) ее удобно материализовать  
осью визирной трубки  
автоколлимационного теодолита.



# Погрешность контроля

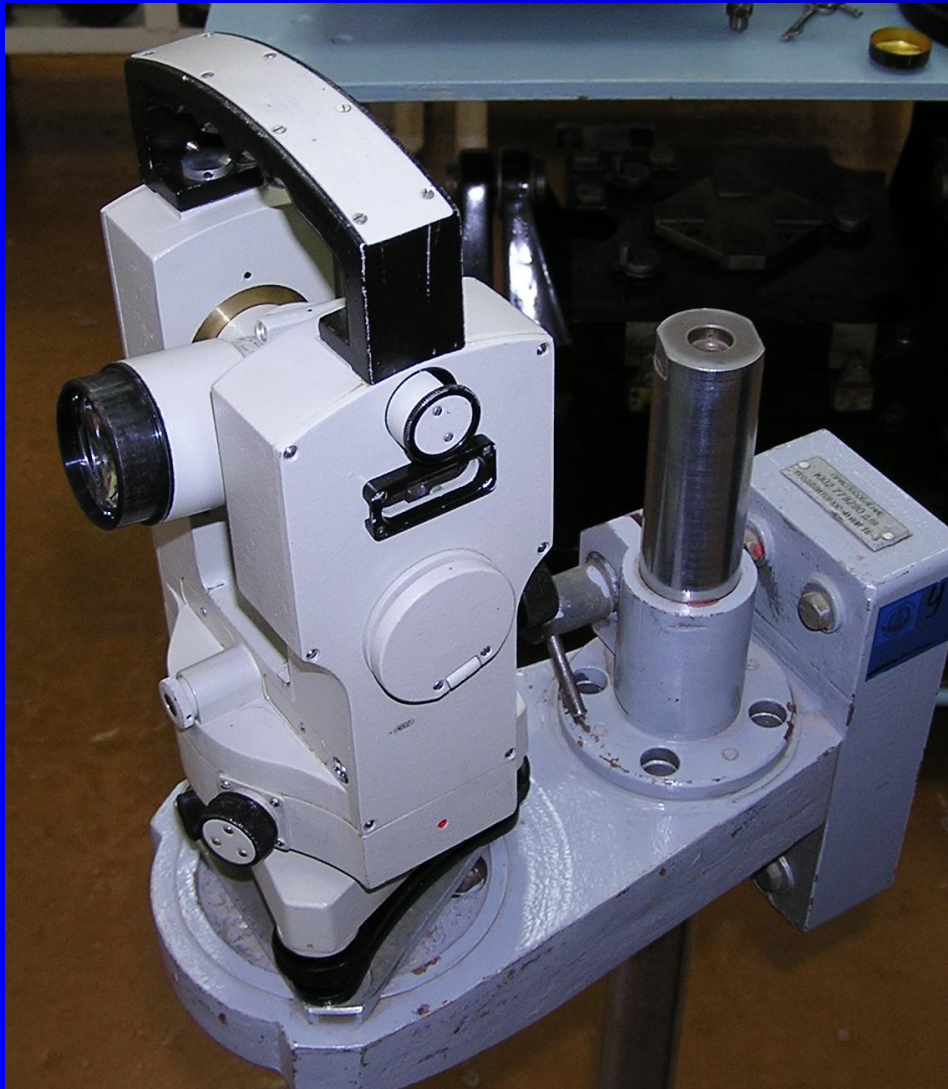
Разработанные методики обеспечивают контроль:

- отклонения от взаимного пересечения осей с погрешностью не более 0,2 мм;
- отклонения от ортогональности с погрешностью не более 7";
- выставку оси подвеса на ориентир с угловой погрешностью не более 7".

# Используемые измерительные приборы и инструменты:

- уровень брусковый с ценой деления 2";
- квадрант оптический КО–10;
- теодолит автоколлимационный 2Т2А;
- автоколлиматоры:
  - АК–025,
  - или цифровой АФ–1Ц;

# Используемые измерительные приборы и инструменты:



Теодолит 2Т2А



# Используемые измерительные приборы и инструменты:



# Используемые измерительные приборы и инструменты:

- пентапризма высокой точности (наименьший допуск на углы –  $1...2''$ );
- комплект из 2...3 зеркал в регулируемой оправе с погрешностью выставки зеркала перпендикулярно оси, не превышающей  $1...2''$ ;

# Используемые измерительные приборы и инструменты:



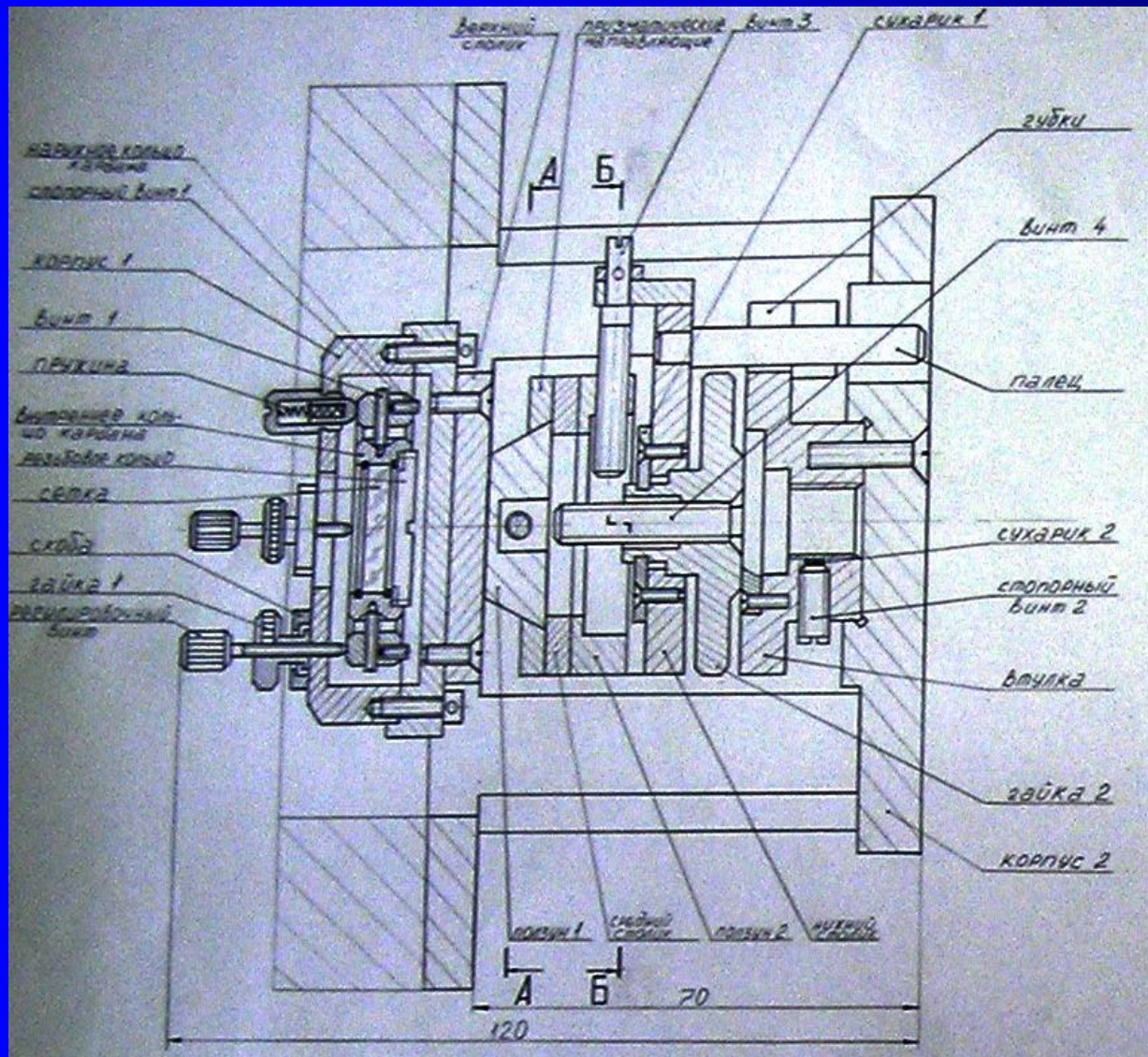
1- зеркало (отражатель) в регулируемой оправе,  
2 – уровень брусковый

# Используемые измерительные приборы и инструменты:

- комплект из двух кронштейнов, обеспечивающих три ограниченные поступательные и три вращательные степени свободы относительно осей трехгранника;
- микроскоп, плоско-параллельная стеклянная пластинка и ряд других деталей и приспособлений из комплекта оптической скамьи ОСК–3;
- поверочная плита соответствующего размера для размещения на ней рабочего места контроля.



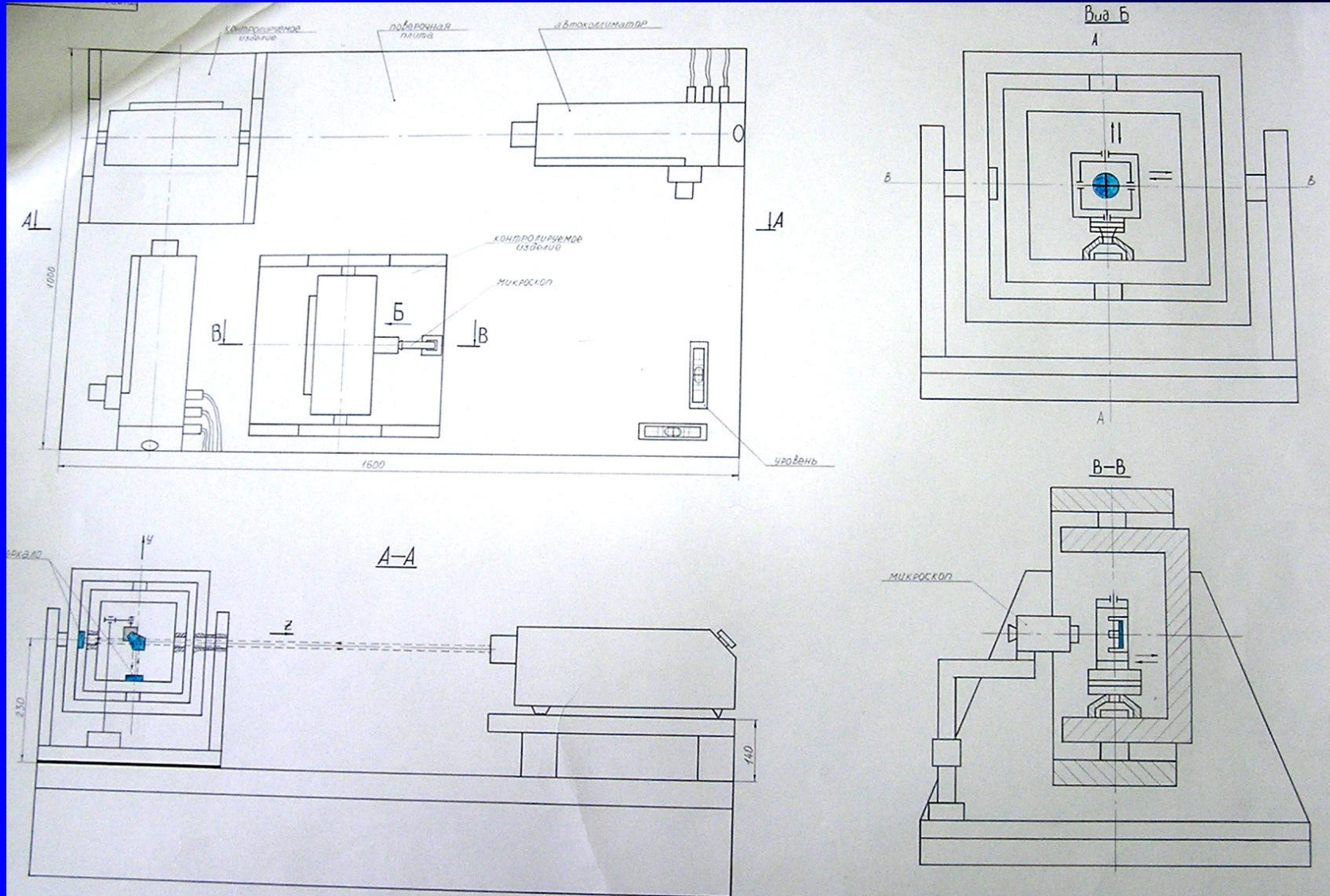
# Используемые измерительные приборы и инструменты:



Регулируемая оправка, обеспечивающая три поступательных и три вращательных перемещения



# Рабочее место контроля точности взаимного расположения осей карданова подвеса



# Библиографический список

- 1. Гормаков А.Н., Камашев Ю.М., Скорых В.Я. Стенды и комплексы для полунатурного моделирования и испытания систем ориентации и стабилизации КА// Системы автономного электроснабжения и электромеханические устройства. Том II. Проектирование и технология электрических машин и приборов: Сб. науч. трудов НПО «Полюс» – Томск: 1992 . – С.113.
- 2. ГОСТ 21495–75 Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения.

# Библиографический СПИСОК

- 3 А.с. 1642232 СССР, МКИ 5 G01B 11/26 Способ контроля перпендикулярности осей двух валов/ Гормаков А.Н. и др.// Открытия. Изобретения. 1991.№14.
- 4. А.с. 1599643 СССР, МКИ 5 G01B 5/24 Способ контроля пересекаемости осей карданова подвеса платформы динамического моделирующего стенда/ Гормаков А.Н. и др.//Открытия. Изобретения. 1990. № 38.