

# Астрометрическая поддержка работы телескопов с узким полем зрения



- А.В.Багров
- ИНАСАН

# Большие телескопы имеют высокое разрешение



разрешающая сила  
телескопа в видимом  
диапазоне

$$r'' = 14'' / D_{\text{см}}$$

При  $D = 300 \text{ см}$   
разрешение телескопа  
составляет  $0'',05$ .

Телескоп диаметром  $30 \text{ м}$   
будет иметь разрешение  
 $0'',005$

# Возможности больших телескопов ограничат светоприемники

- Светоприемник с числом элементов разрешения  $10000 \times 10000$  реализует поле  $8 \times 8$  угловых минуты при разрешении  $0'',05$  и  $50'' \times 50''$  при разрешении  $0'',005$
- При светосиле телескопа 1:3 согласование разрешения с размером пикселя требует размер последнего 50 мкм для 3-метрового телескопа и 500 мкм для 30-метрового

# Для измерения координат наблюдаемого объекта необходимо иметь в поле зрения астрометрические стандарты

|                  |                                   |
|------------------|-----------------------------------|
| В небесной сфере | 41 253 кв. градусов               |
|                  | $1,5 \cdot 10^8$ кв. угл. минут   |
|                  | $5 \cdot 10^{11}$ кв. угл. секунд |

Метод Тернера требует наличия 6 опорных звезд в поле зрения телескопа

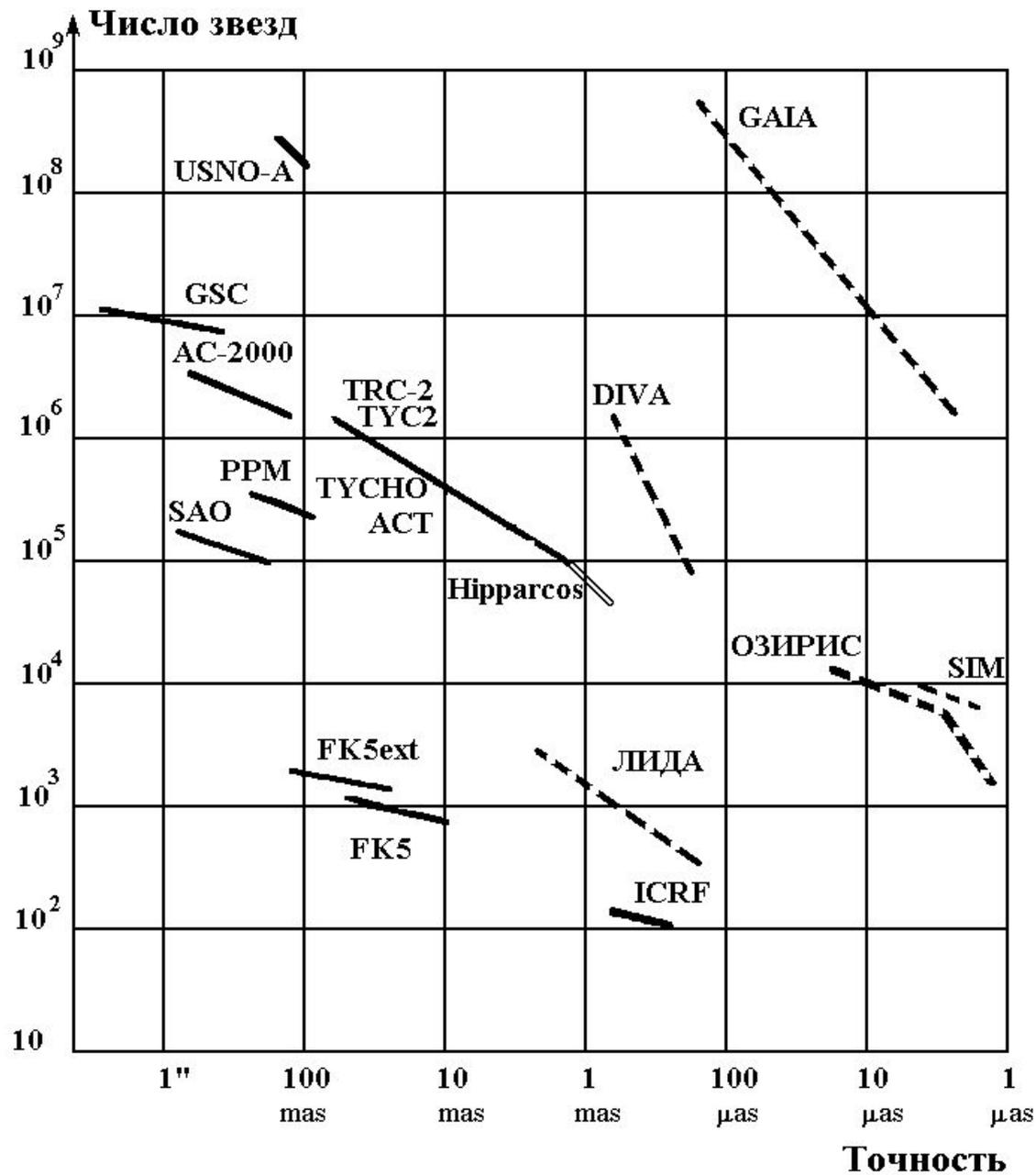
Для работы с полями зрения  $8 \times 8$  угловых минут нужно иметь каталог с  $10^6$  опорными звездами,

при поле  $50 \times 50$  угл. секунд потребуются каталог из  $10^9$  звезд

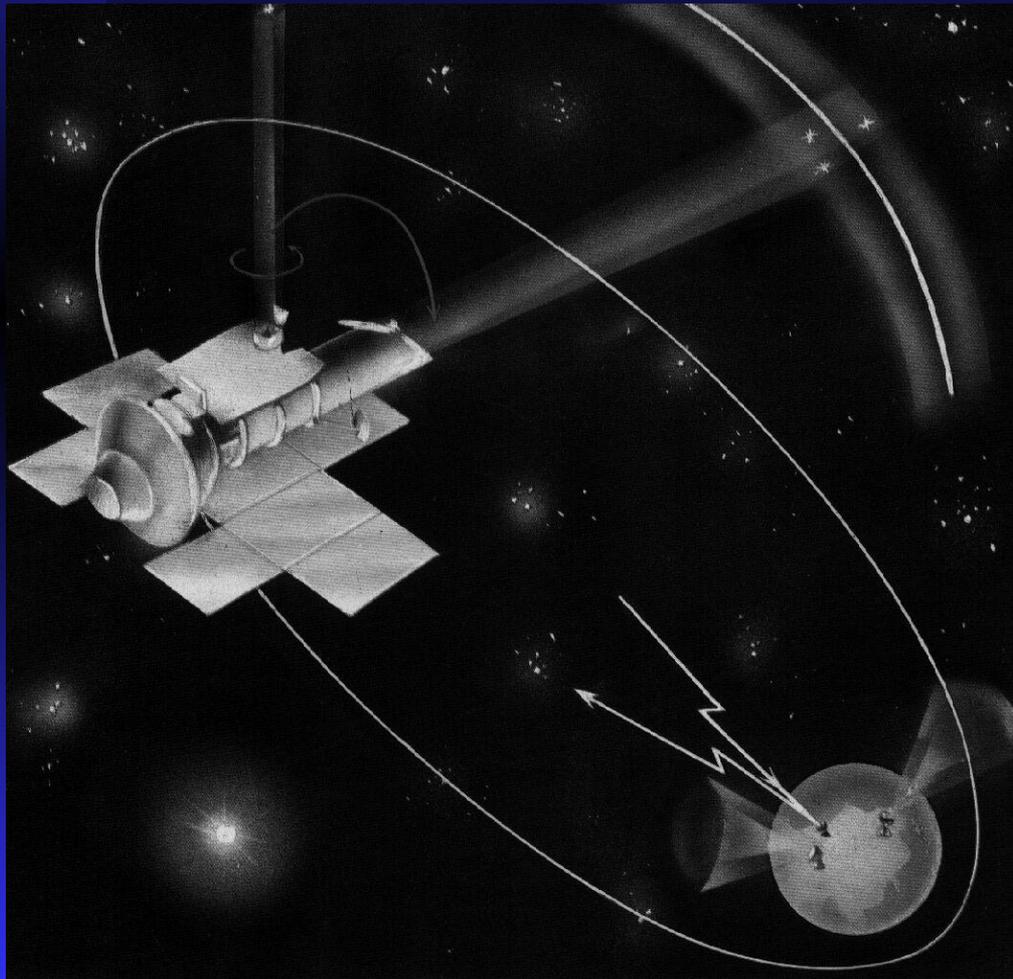
# Составление и поддержание большого астрометрического каталога очень трудоемко

- Даже для уровня астрометрической точности 1 mas потребуются не только измерение положений миллионов звезд с субмиллисекундной точностью, но и определение их собственных движений с выявлением индивидуальных законов движения.
- Потребуется перманентное обновление каталога для поддержания его точности

# СРАВНЕНИЕ КАТАЛОГОВ

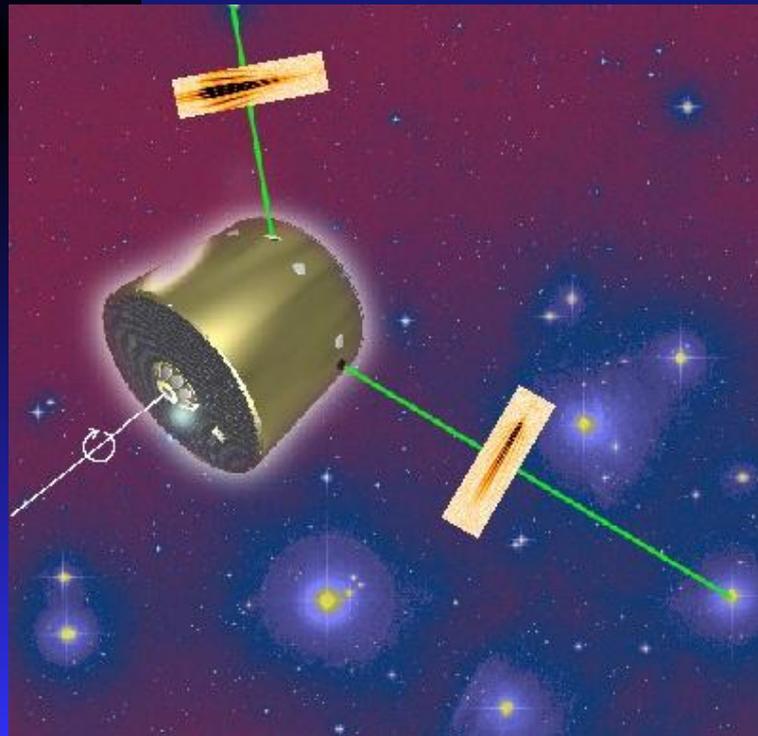


# Собственные движения звезд приводят к деградации каталога со временем



ни существующие, ни  
планируемые  
астрометрические  
программы не могут  
обеспечить опорными  
каталогами  
микросекундного уровня  
работу узкопольных  
телескопов

# Астрометрическое обеспечение подразумевает возможность высокоточного измерения координат объектов в поле зрения



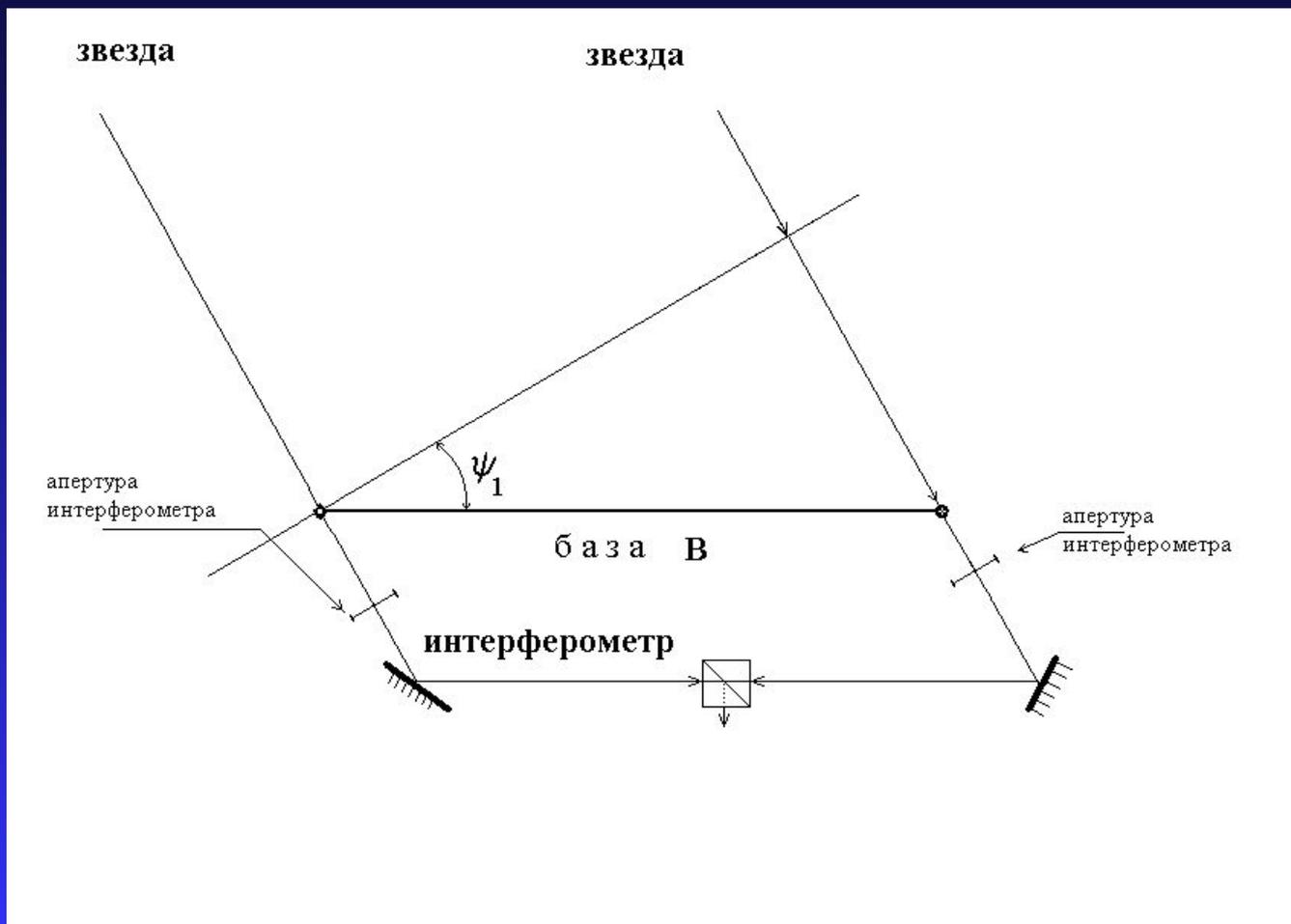
на самом деле для работы телескопов требуется измерение координат наблюдаемого в поле зрения конкретного объекта

# Большим телескопам нужна система высокоточной ориентации, а не система поддержки необъятных каталогов!

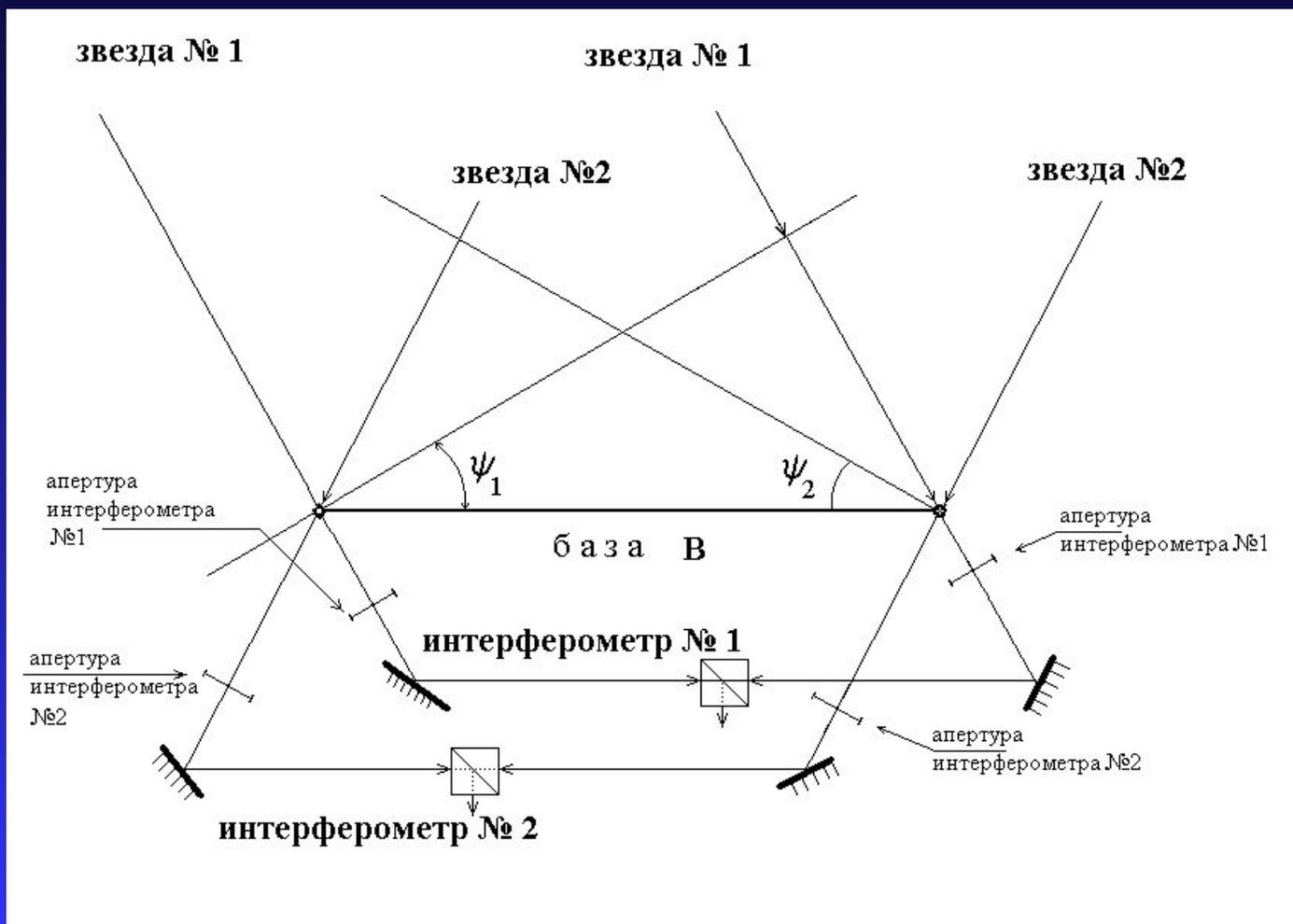
- Астрономические исследования базируются на репрезентативных выборках изучаемых объектов, то есть на сравнительно небольшом числе источников.
- Для наблюдения небольшого числа светил с помощью небольшого числа телескопов не нужно сотен миллионов опорных звезд

# Классический интерферометр Майкельсона

позволяет измерить угол между волновым фронтом от звезды и базой



# Дугомер-интерферометр позволяет с высокой точностью измерять длину дуги между звездами



# Система челомерных звезд

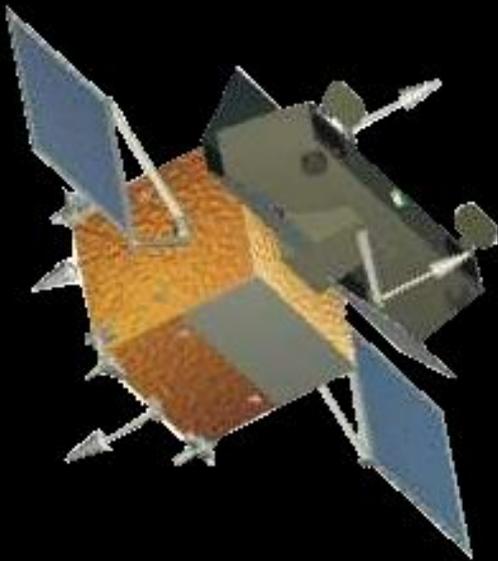


При длине измеряемых дуг от 30 до 100 градусов для измерения любого направления достаточно иметь 14 опорных «челомерных» звезд, равномерно распределенных по небесной сфере

(coeli – (лат) небесный)

# Дугомер-интерферометр ОЗИРИС предназначен для измерения координат звезд в системе ICRF

точность единичного  
измерения составит  
единицы микросекунд дуги  
независимо от яркости  
источника. Проницающая  
сила составит  $18^m$  при  
времени накопления  
порядка 40 мин.



# ОЗИРИС – инструмент для высокоточных измерений

- Точность единичного измерения составит несколько микросекунд дуги
- Производительность дугомера ОЗИРИС составит от 50 измерений в час дуг между яркими звездами до 25 измерений в сутки предельно слабых объектов
- Важнейшей задачей астрометрической миссии будет реализация ICRF на ярких звездах

# Инерциальная система небесных координат в оптическом диапазоне

Обеспечить ее создание можно на основе связи с внегалактическими объектами – квазарами.

Они очень слабые источники, поэтому рабочая система связанных с ними координат должна быть перенесена на яркие звезды

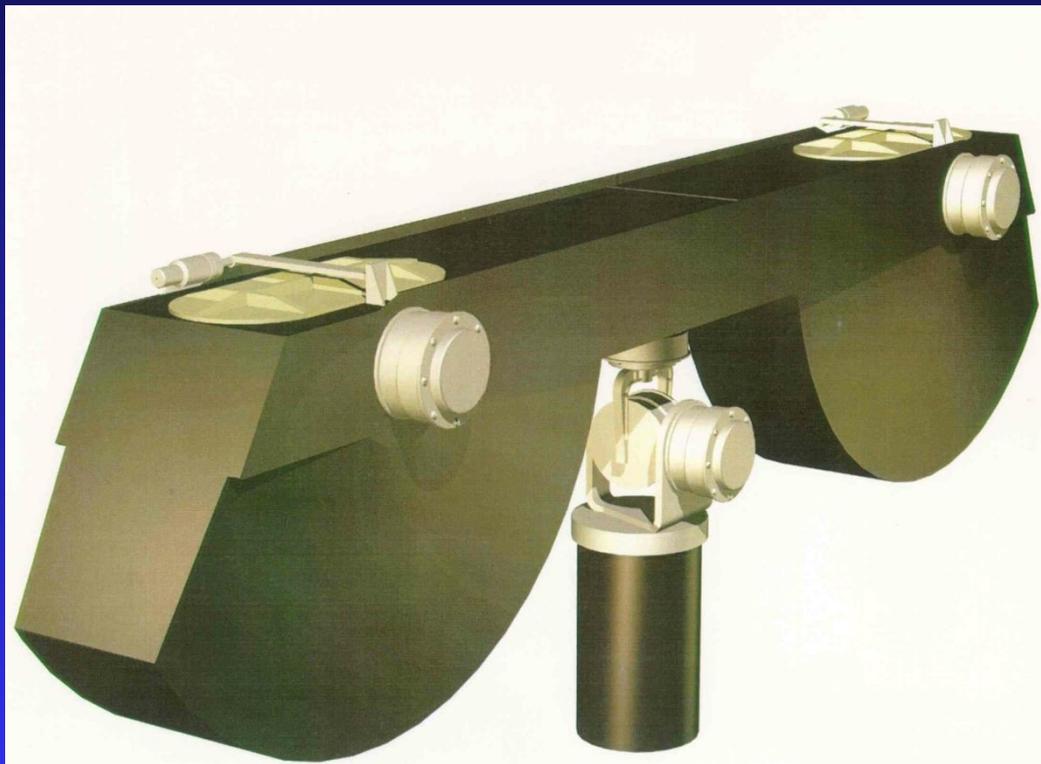
Яркие звезды находятся близко от нас и имеют очень большие собственные движения, поэтому положение реперных звезд должно отслеживаться в режиме мониторинга

# Яркие звезды обеспечивают высокую оперативность измерения координат

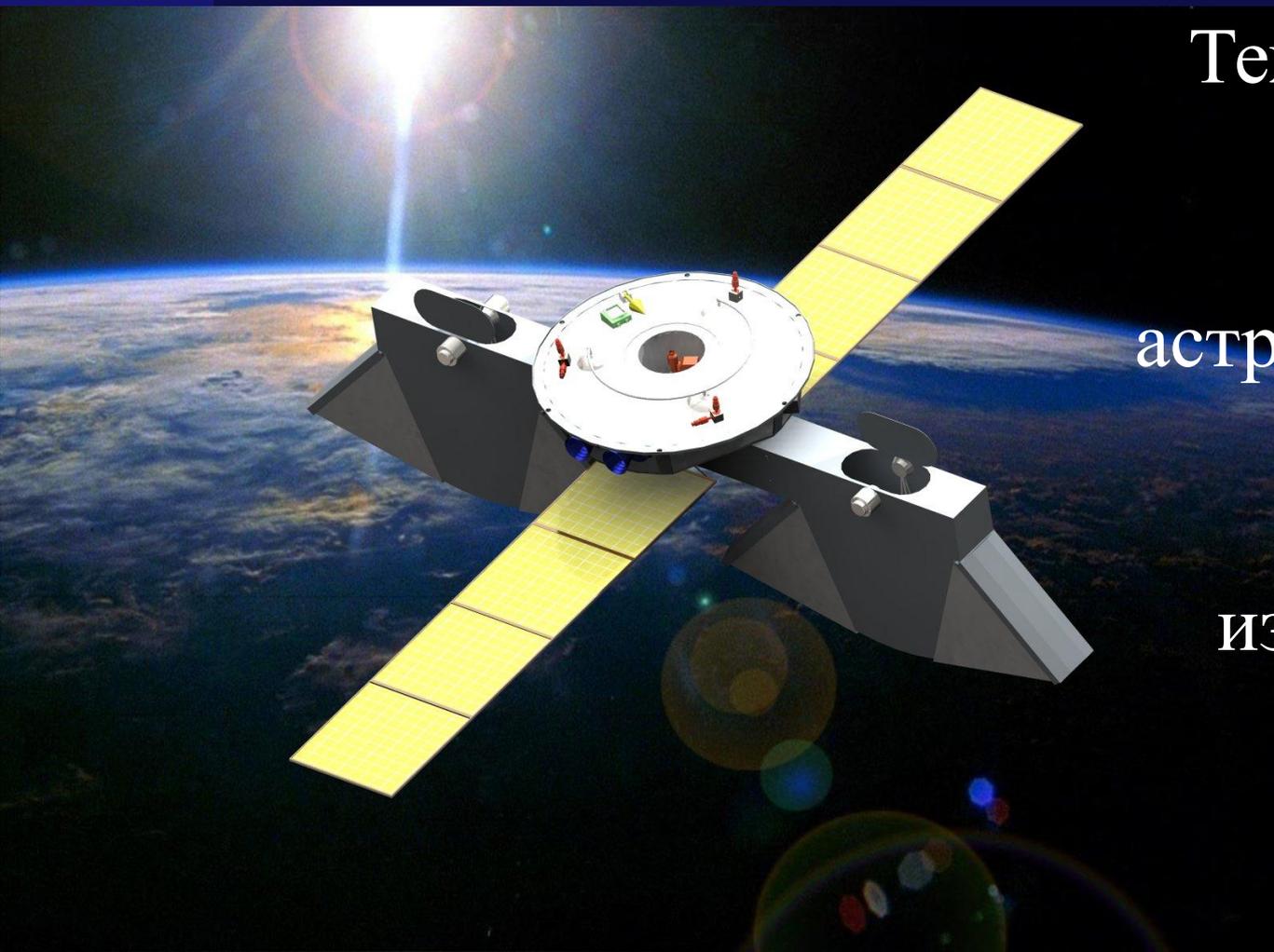
Световой поток от ярких звезд позволит проводить измерения ориентации на микросекундном уровне точности за доли секунды



поддержка работы узкопольных телескопов с помощью ориентирующих интерферометров позволит отказаться от создания и поддержания больших астрометрических каталогов

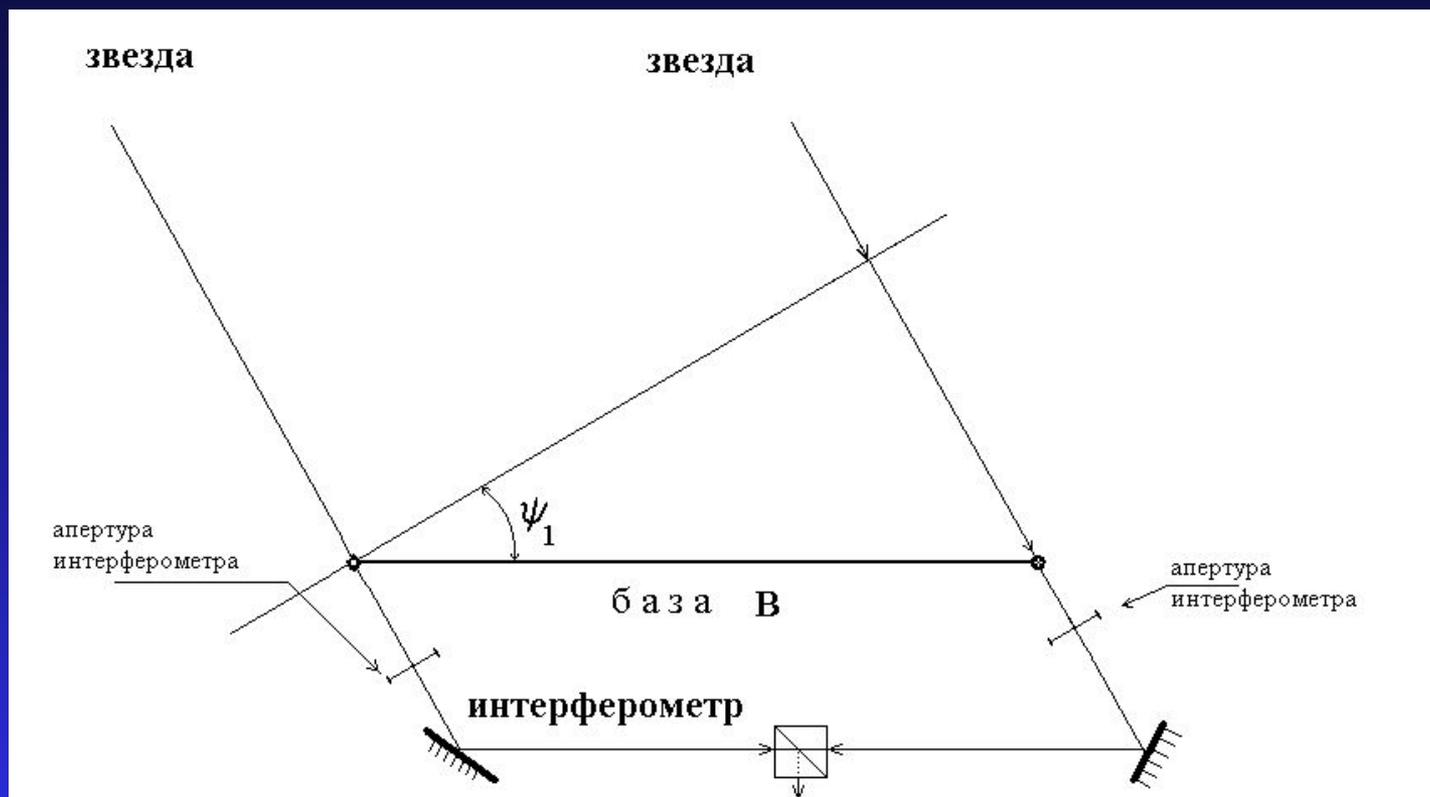


# ЛИДА - проект Легкого Дугомера-Интерферометра для Астрометрии

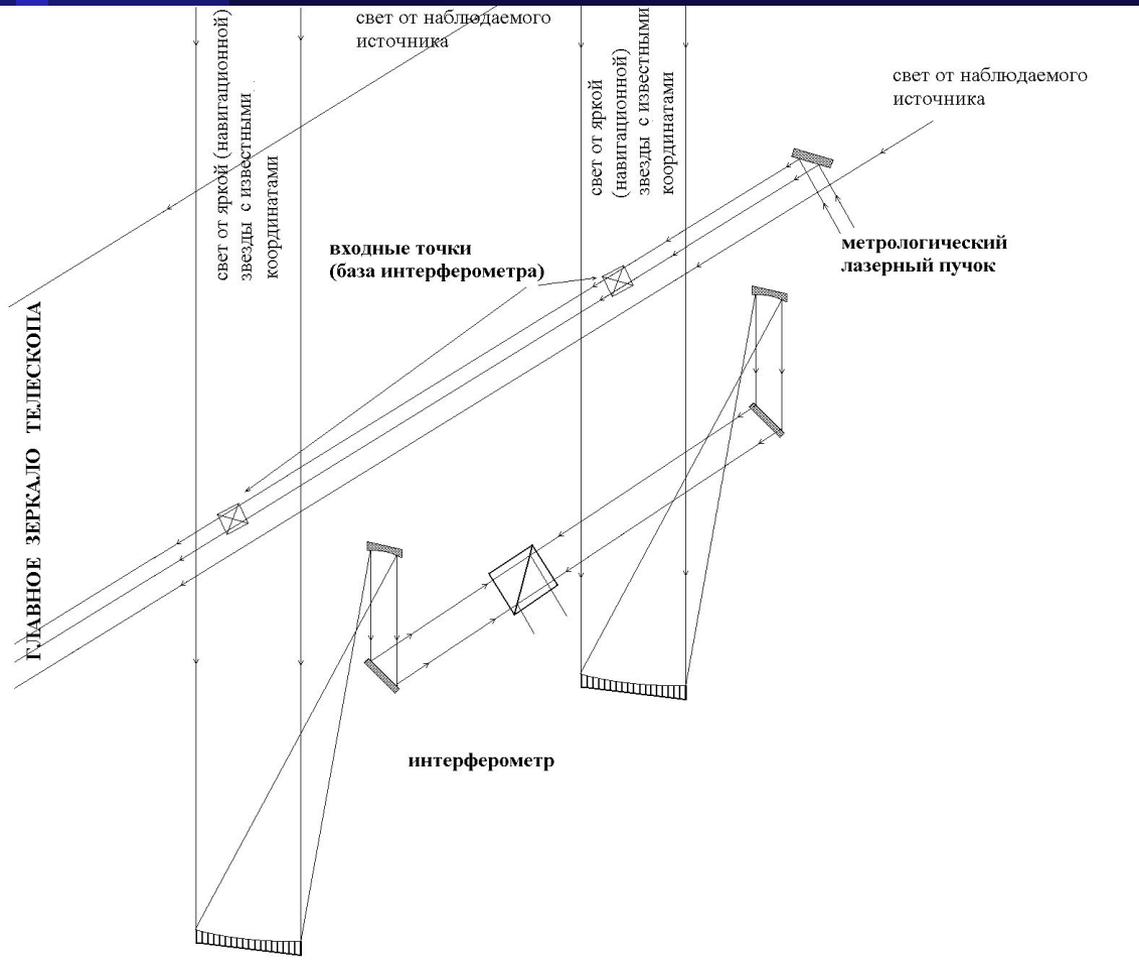


Технологический вариант космического астрометрического инструмента. Точность его измерений будет такая же, как у ГИППАРХа

# С помощью интерферометра можно выставить направление базы относительно звезды с высокой точностью



# Направление базы интерферометра можно спроектировать в поле зрения телескопа



луч метрологического лазера, соединяющего концы базы, может быть использован как искусственная звезда с известными координатами

# МАКЕТ ориентируемого телескопа

В рамках подготовки космического эксперимента ведется разработка приставки к астрономическому телескопу



Все крупные телескопы будут оснащены ориентирующими приставками, как только инерциальная система небесных координат будет распространена на яркие звезды



Спасибо за внимание!