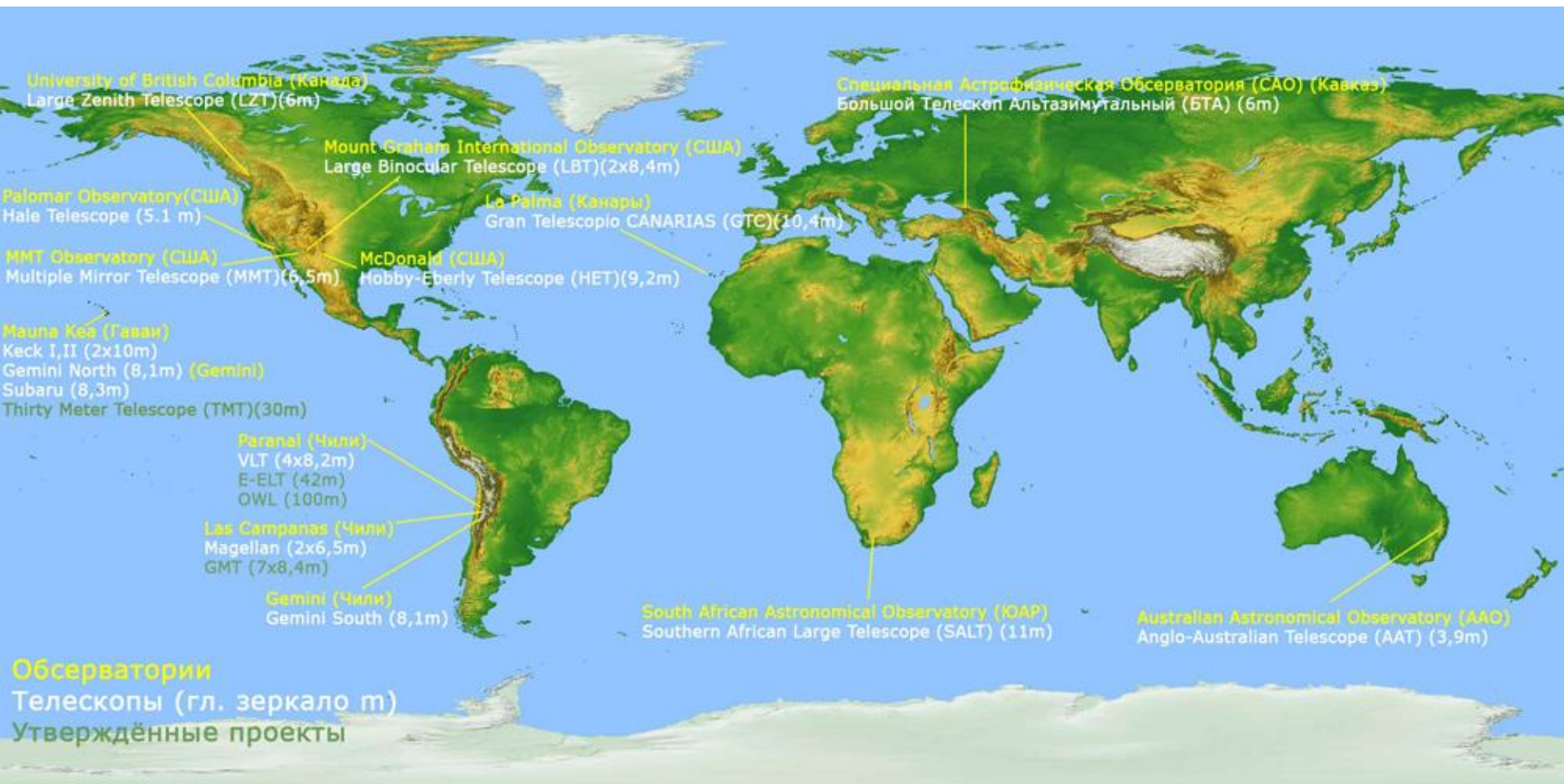


Крупнейшие современные

**ТЕЛЕСКОПЫ**

# Пути увеличения апертуры

- Сегментированное зеркало
- Тонкое активное зеркало
- Толстое сотовое зеркало
- Многозеркальный телескоп
- Неподвижный типа Аресибо
- Использование нескольких отдельных телескопов как одного



# Keck (Mauna Kea)



# Кекк (Мауна Кеа)

Первый свет: 1994 г., 1996 г.

Многосегментное (36 шестиугольников)  
активное зеркало  $D = 10$  м

Интерферометр с базой 85 м

$H = 4\ 123$  м

0,04" (2  $\mu\text{m}$ ) (адаптивная оптика)

94 + 78 M\$      CIT & UC



Zerodur

$36 \times 1,8 \text{ m}$

8 cm

0,5  $\tau$

$F = 17,5 \text{ m}$

$A = 1:1,75$

$M_T = 300 \tau$

# Кеск (Штаб-квартира)



# Кеск 1 (комната управления)





# Обсерватория Мауна Кеа



# GTC (Gran Telescopio Canarias)



# GTC

Первый свет: 2002 г.

Канарские острова

2 400 м над уровнем моря

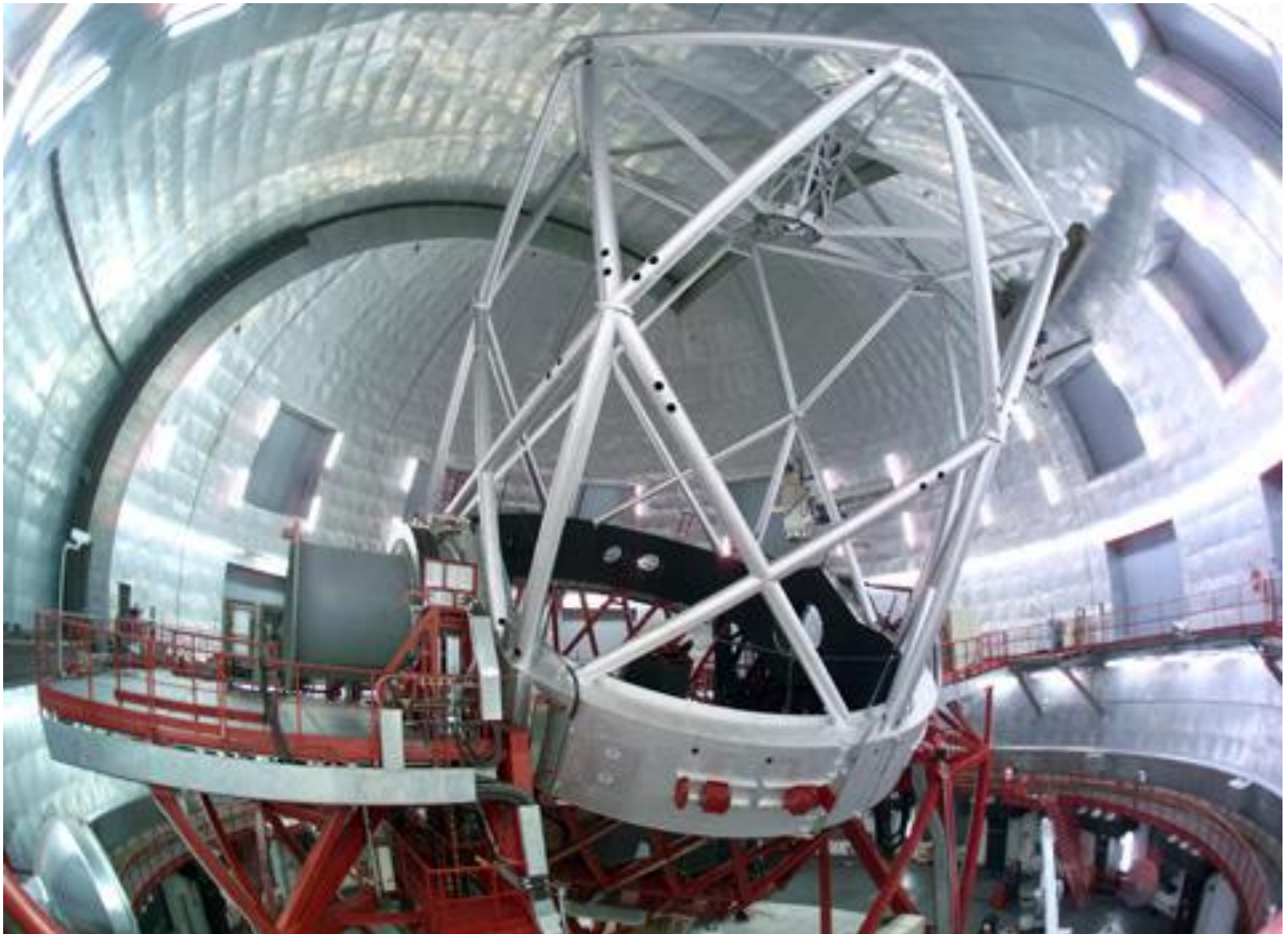
Обсерватория La Palma

Аналог КЕСК II

10,4 метра

112 M\$ Испания

# GTC (Gran Telescopio Canarias)



# VLT (Paranal)



# VLT (Paranal)



# VLT (Paranal)



# VLT (Paranal)

Первый свет: 1998 г.

Тонкое активное зеркало  $D = 8,2$  м  
(4 отдельных телескопа)

Интерферометр с базой 180 м

$H = 2\,635$  м

200 M\$ ESO



# VLT (Paranal)



# VLT–вспомогательный телескоп 1,8м



# VLT (Paranal)

3 режима:

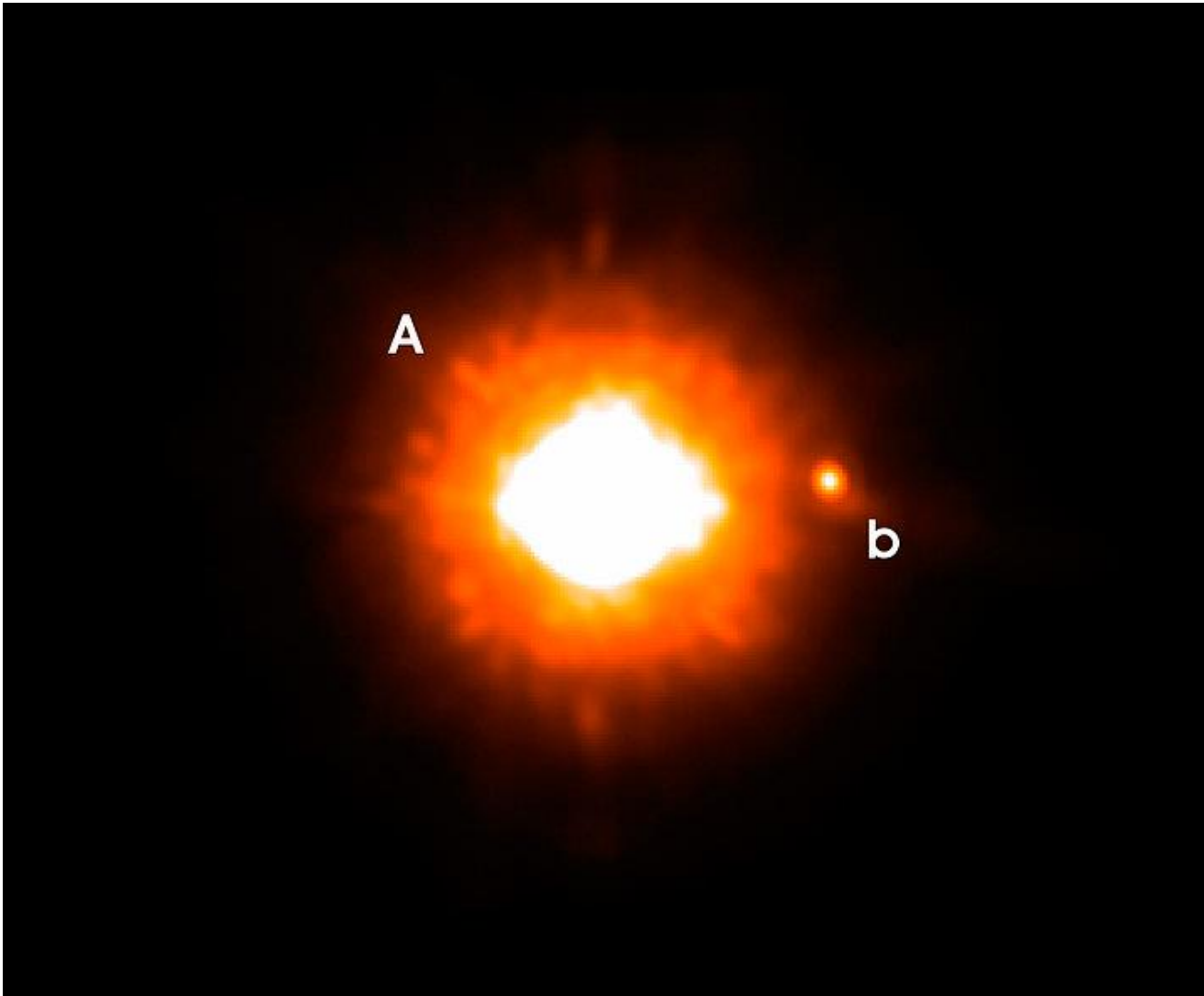
- 4 отдельных телескопа (основной)
- VLTI – интерферометр для улучшения углового разрешения (экв.  $D = 180$  м)
- Как единый телескоп (экв.  $D = 16$  м)

На арауканском языке:

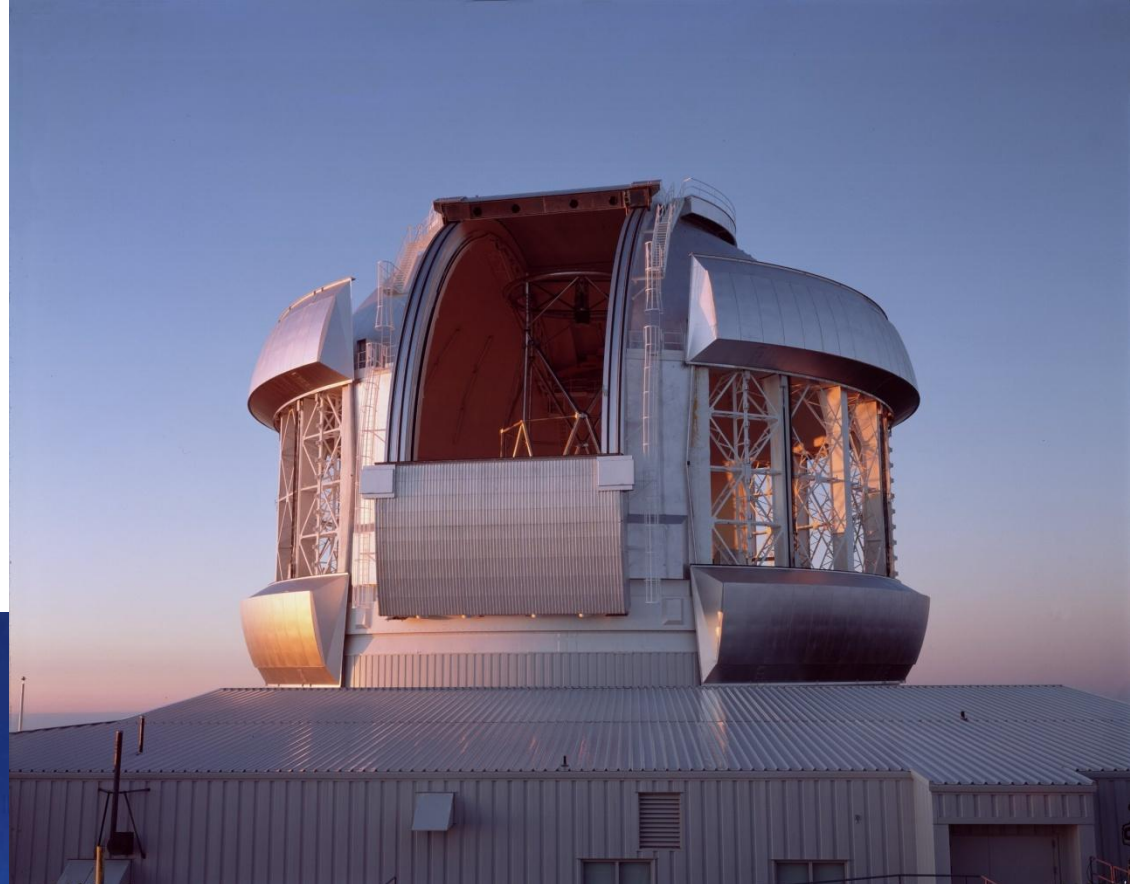
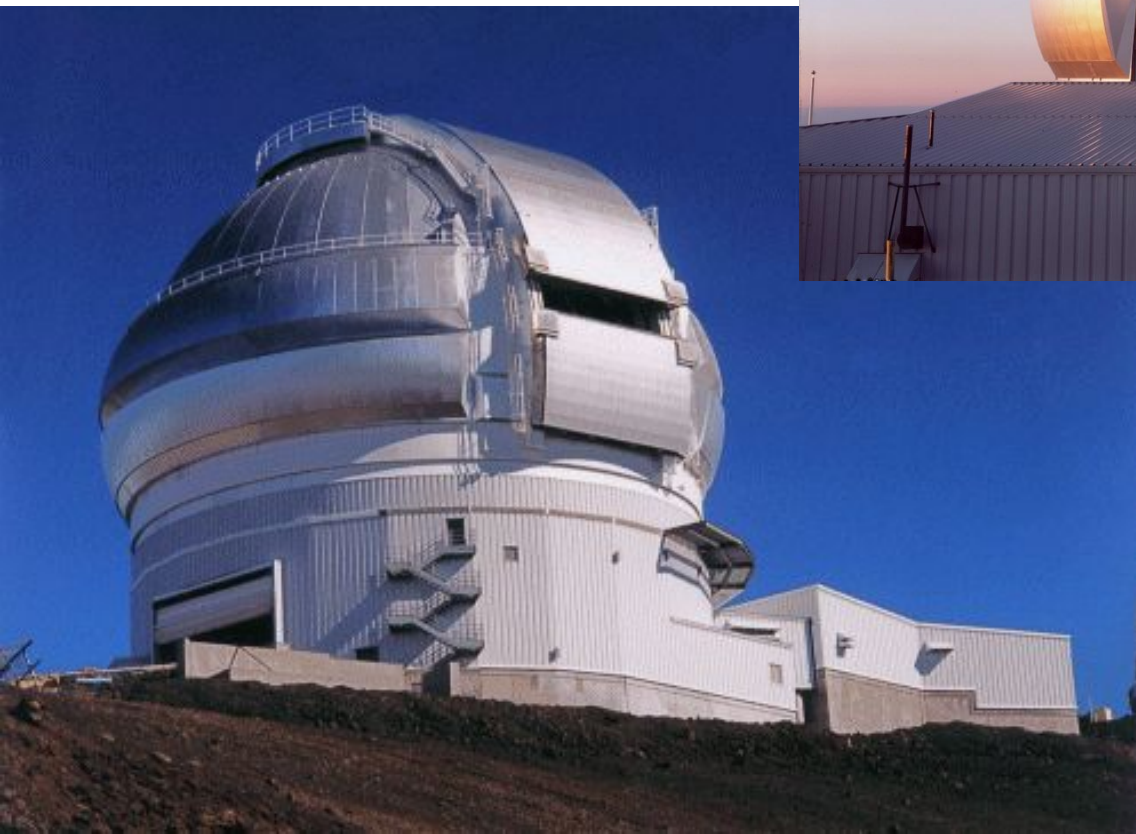
Анту (Солнце), Куйен (Луна),

Мелипал (Ю. Крест) и Йепу (Венера)

# VLT, 2004: прямое изображение экзопланеты



# Gemini (North, South)



# Gemini (North, South)

Первый свет: 1998 г., 2000 г.

Тонкое активное зеркало  $D = 8,1$  м

Mauna Kea, Serro Pachon

176 M\$

USA, GB, Can, Chi, Arg, Bra

# Subaru (Mauna Kea)



# すばる望遠鏡 Subaru

Первый свет: 1998 г.

Тонкое активное зеркало  $D = 8,2$  м

Толщина 20 см

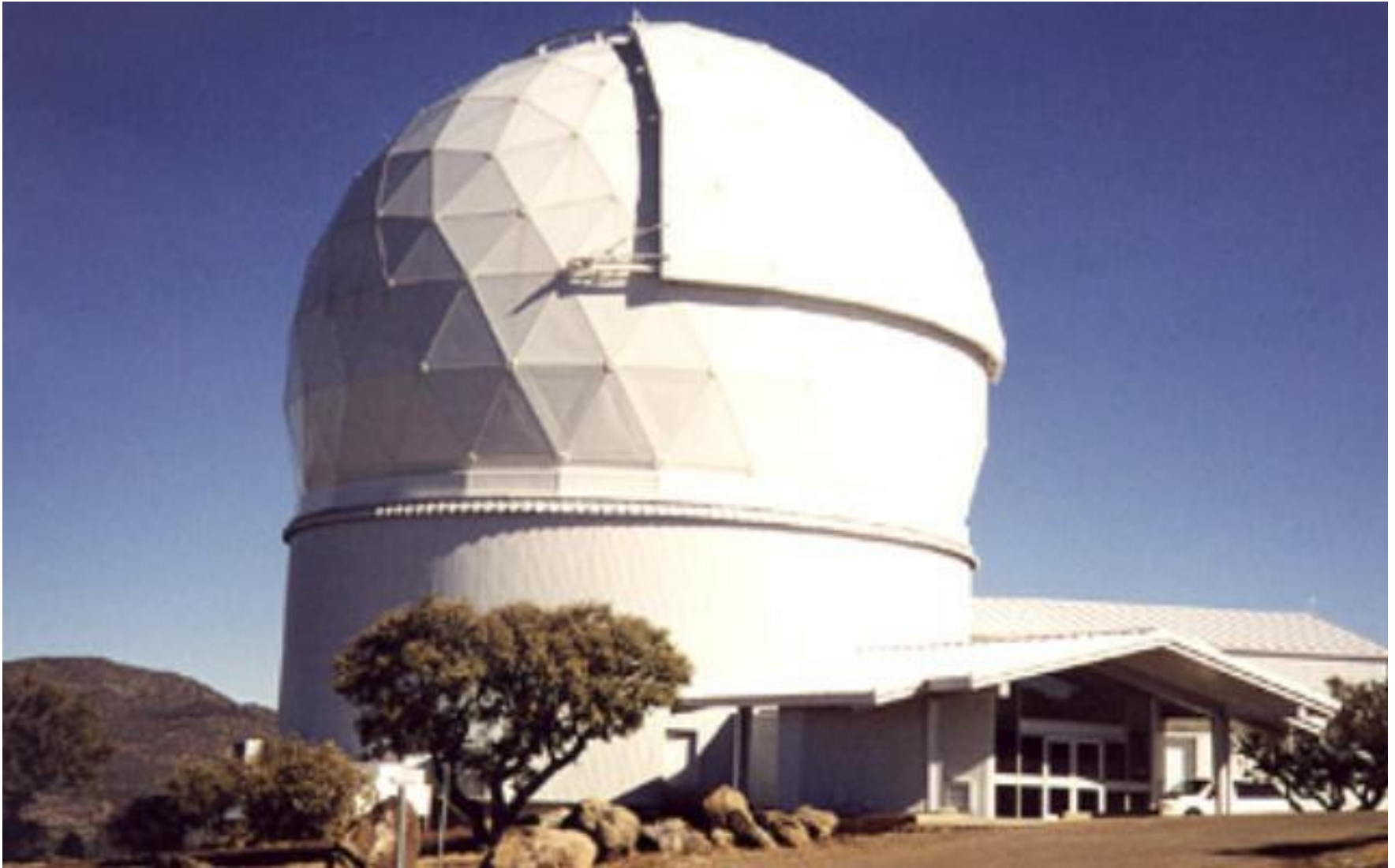
Масса зеркала 22,8 т

Ричи - Кретьен

100 M\$ Japan



# HET (SALT)



# НЕТ (Hobby-Eberly) - (SALT)

Первый свет: 1996 (2005 )

Зеркало сферическое 11×9,8 м

(апертура 9,2 м), 91 шестиугольник

$z = 35^\circ$  По азимуту -  $360^\circ$

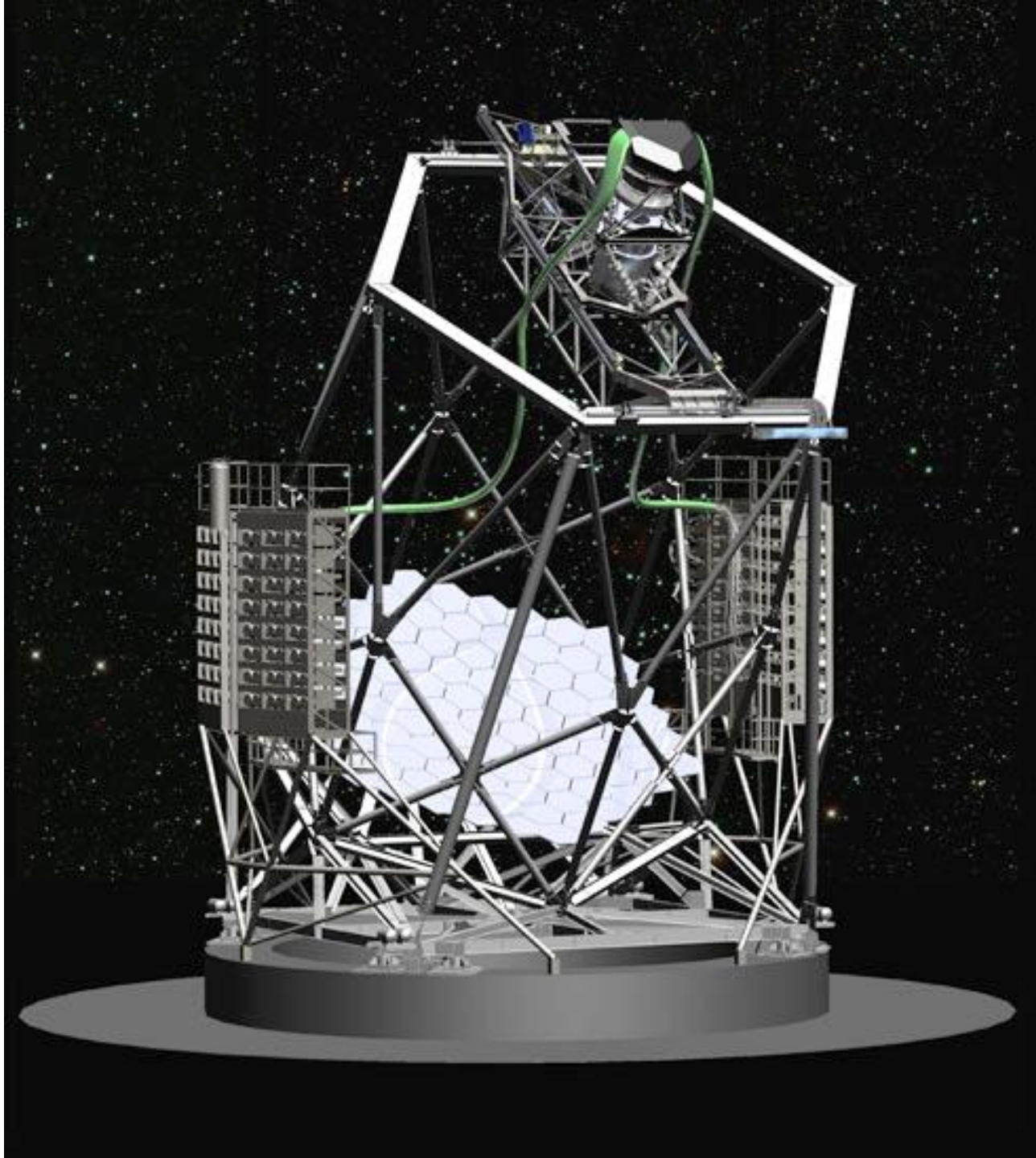
При наблюдении (до 2 ч) зеркало  
неподвижно, движутся приборы

3 спектрографа

13,5 (10) M\$

Texas

USA



# SALT



# MMT (Maunt Hopkins)



# MMT (Maunt Hopkins)

Первый свет: 1979 г.

Толстые сотовые зеркала  $6 \times 1,8$  м  
эквивалентный диаметр 4,5 м

Плавленный кварц

Масса КНО — 45 т

Поле зрения -  $52''$

University of Arizona, USA

# MMT (Maunt Hopkins)



# MMT (Maunt Hopkins)

Первый свет: 1998 г.

Толстое сотовое зеркало  $D = 6,5$  м

Увеличение чувствительности в 2,13 раза,  
поля зрения – в 400 раз.

University of Arizona, USA



# LBT (Maunt Graham)



# LBT (Maunt Graham)

Первый свет: 2005

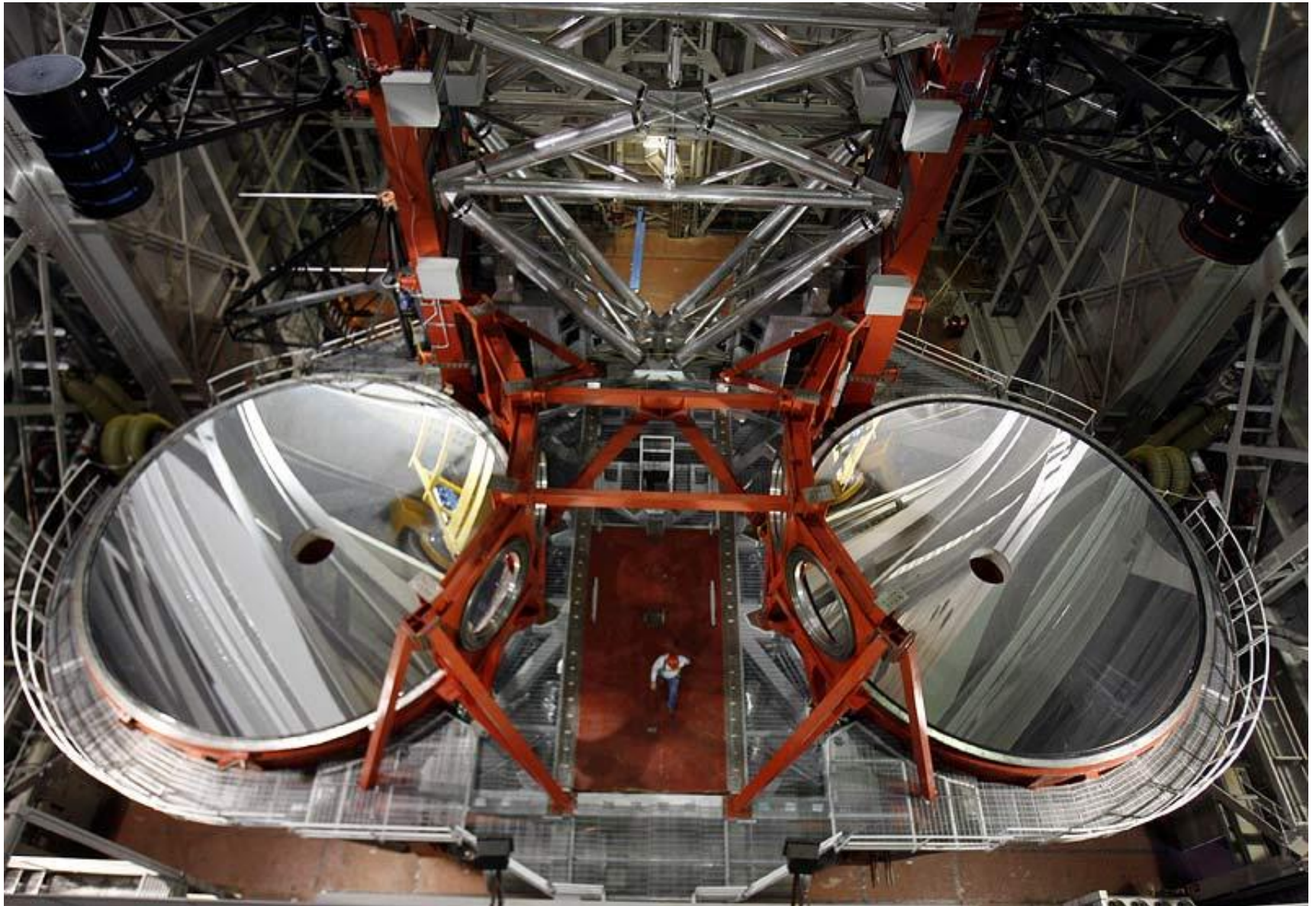
2 зеркала  $D = 8,4$  м (сотовые)

(эквивалентный диаметр 11,8 м, угловое разрешение как у 22,8 м)

75 M\$

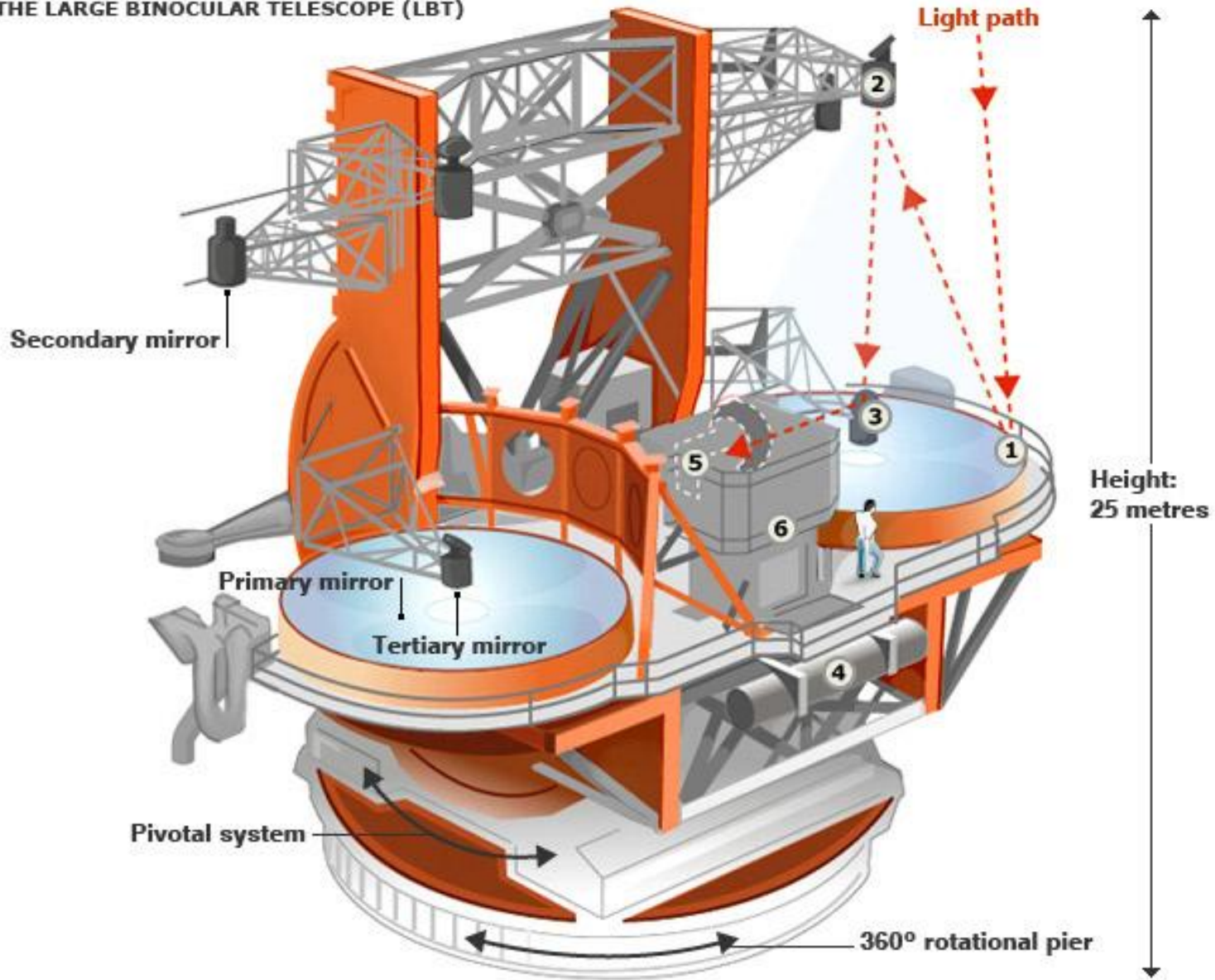
Mt. Graham, Arizona, USA, 3221 м

# LBT (Maunt Graham)

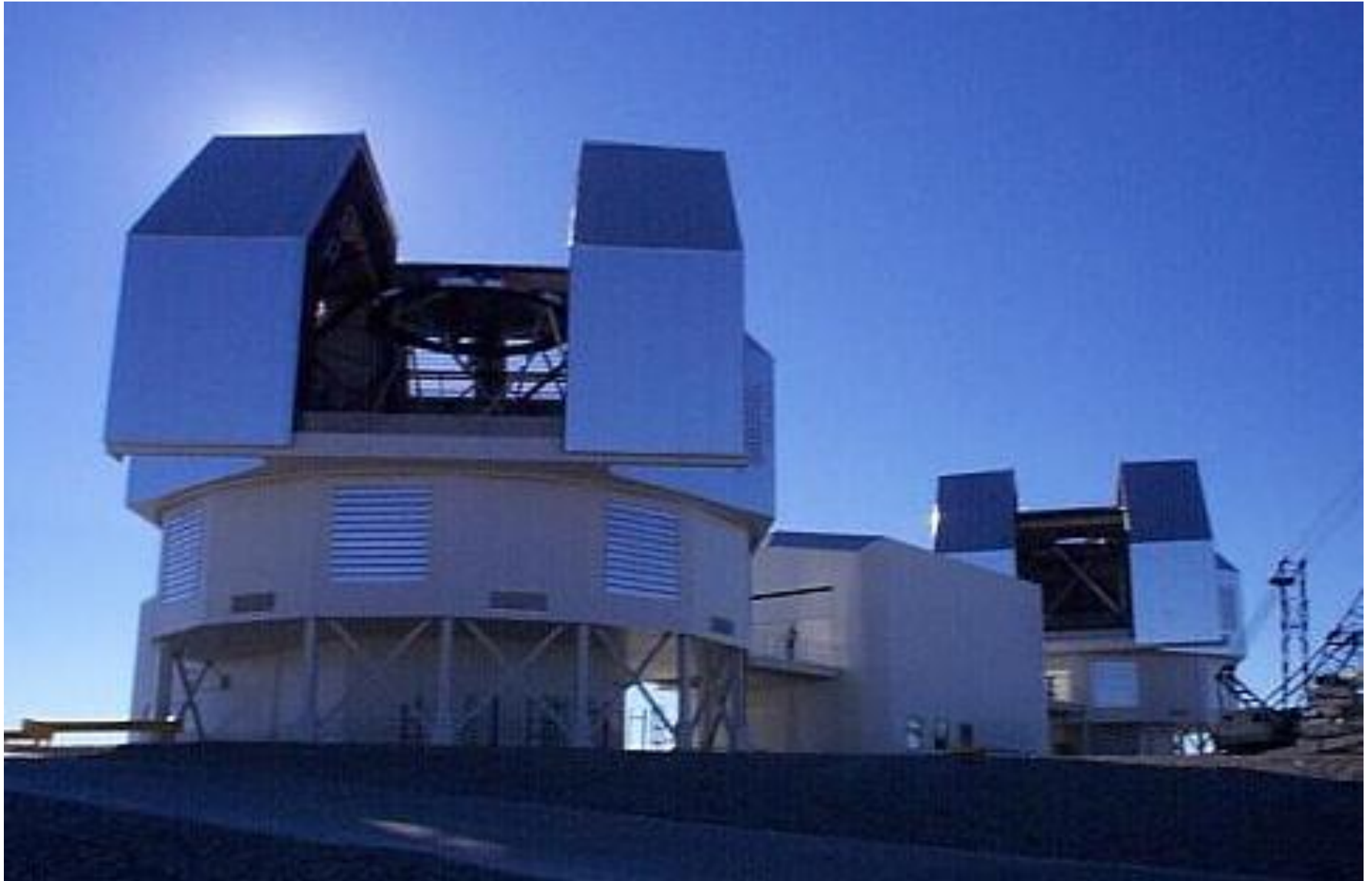


# LBT (Maunt Graham)

THE LARGE BINOCULAR TELESCOPE (LBT)



# Magellan



# Magellan

Первый свет: 1999 г.

Толстое сотовое зеркало  $2 \times D = 6,5$  м

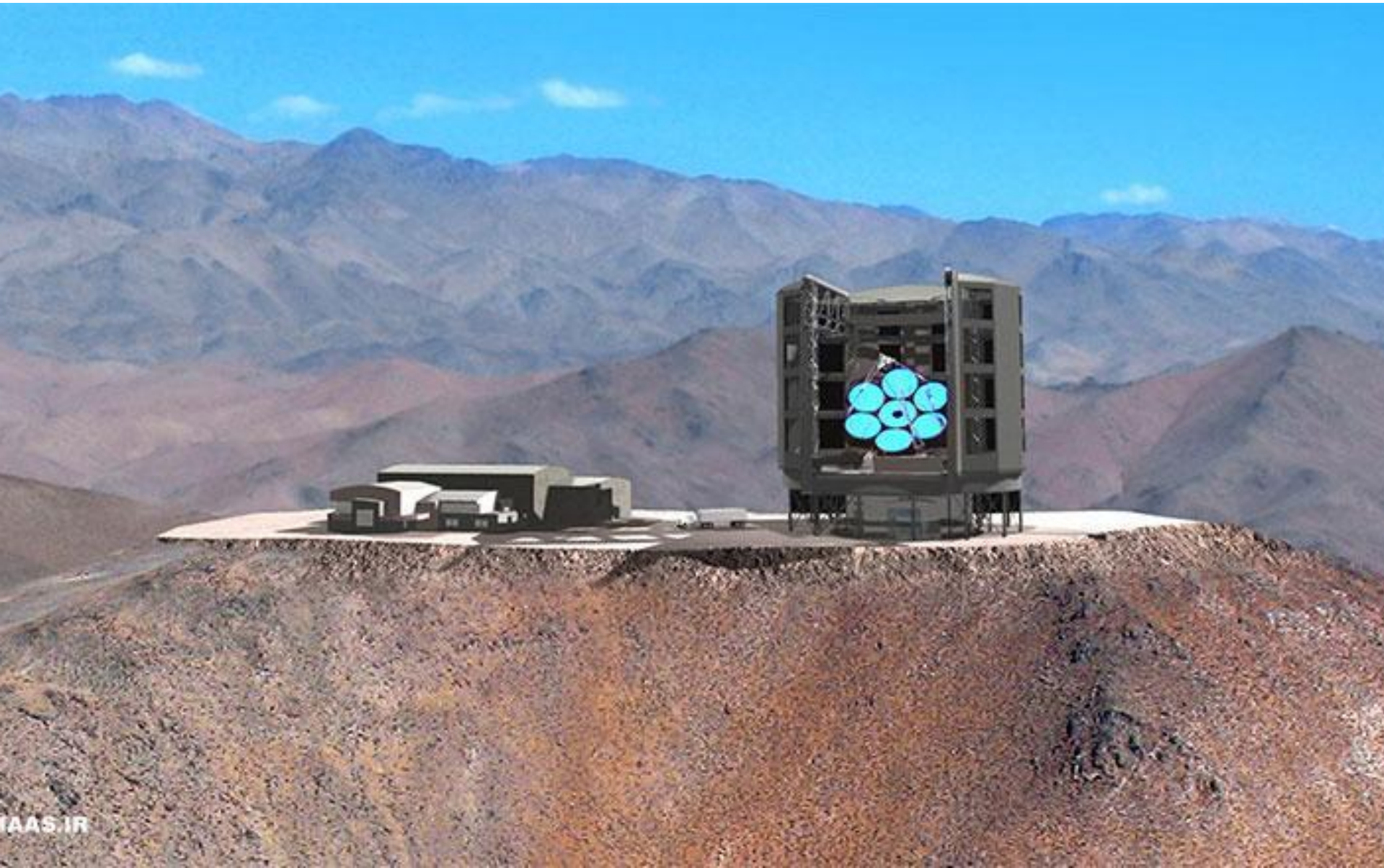
Las Campanas

USA

# Las Campanas

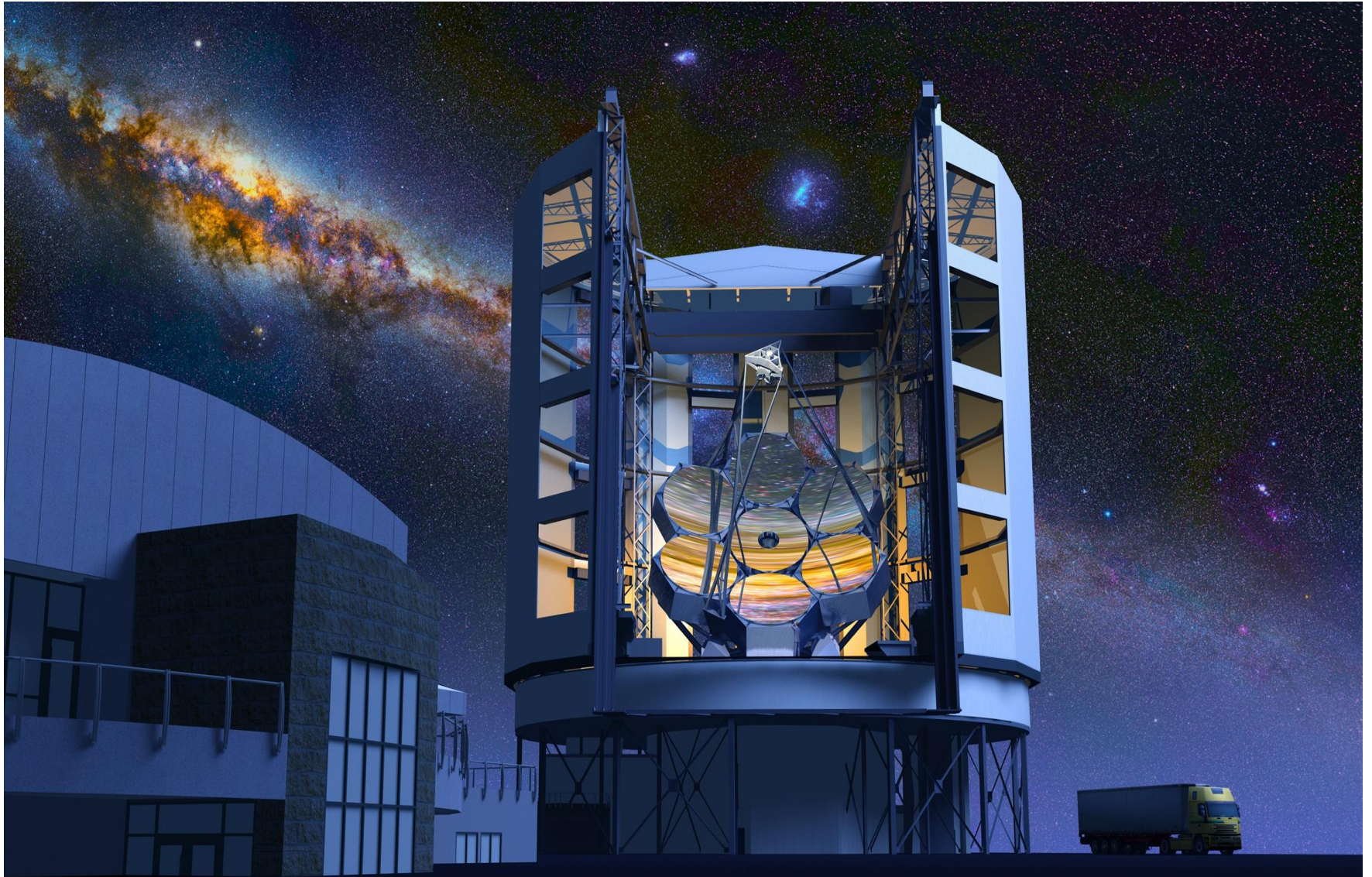


# GMT (Las Campanas)





# GMT (Las Campanas)



# GMT (Las Campanas)

Первый свет: 2020

7 зеркал  $D = 8,4$  м (сотовые)

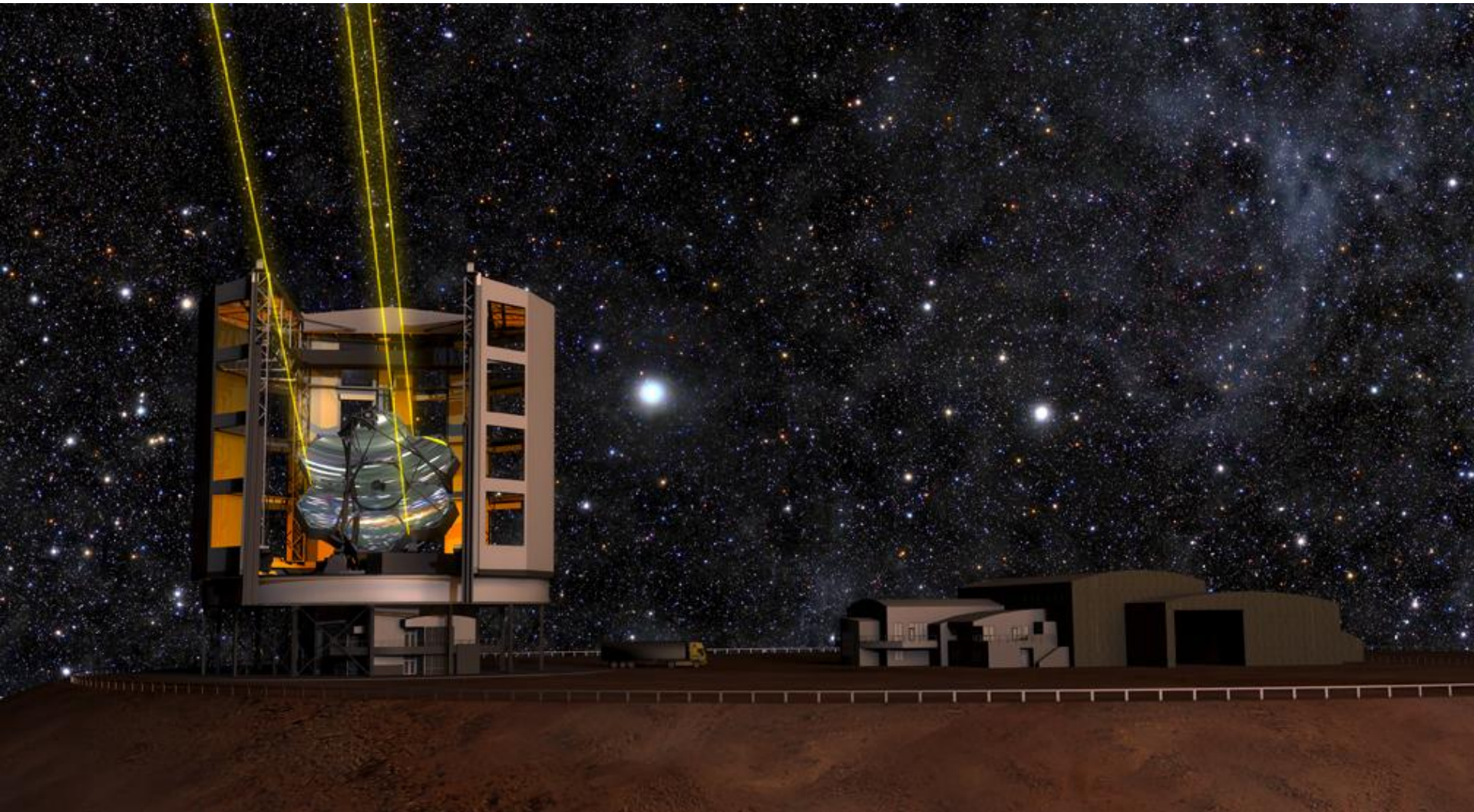
(эквивалентный диаметр 24,5 м)

Отлито уже 4 зеркала

Точность полировки 25 нм

Чили, 2516 м

# GMT (Las Campanas)



# TMT (Mauna Kea)

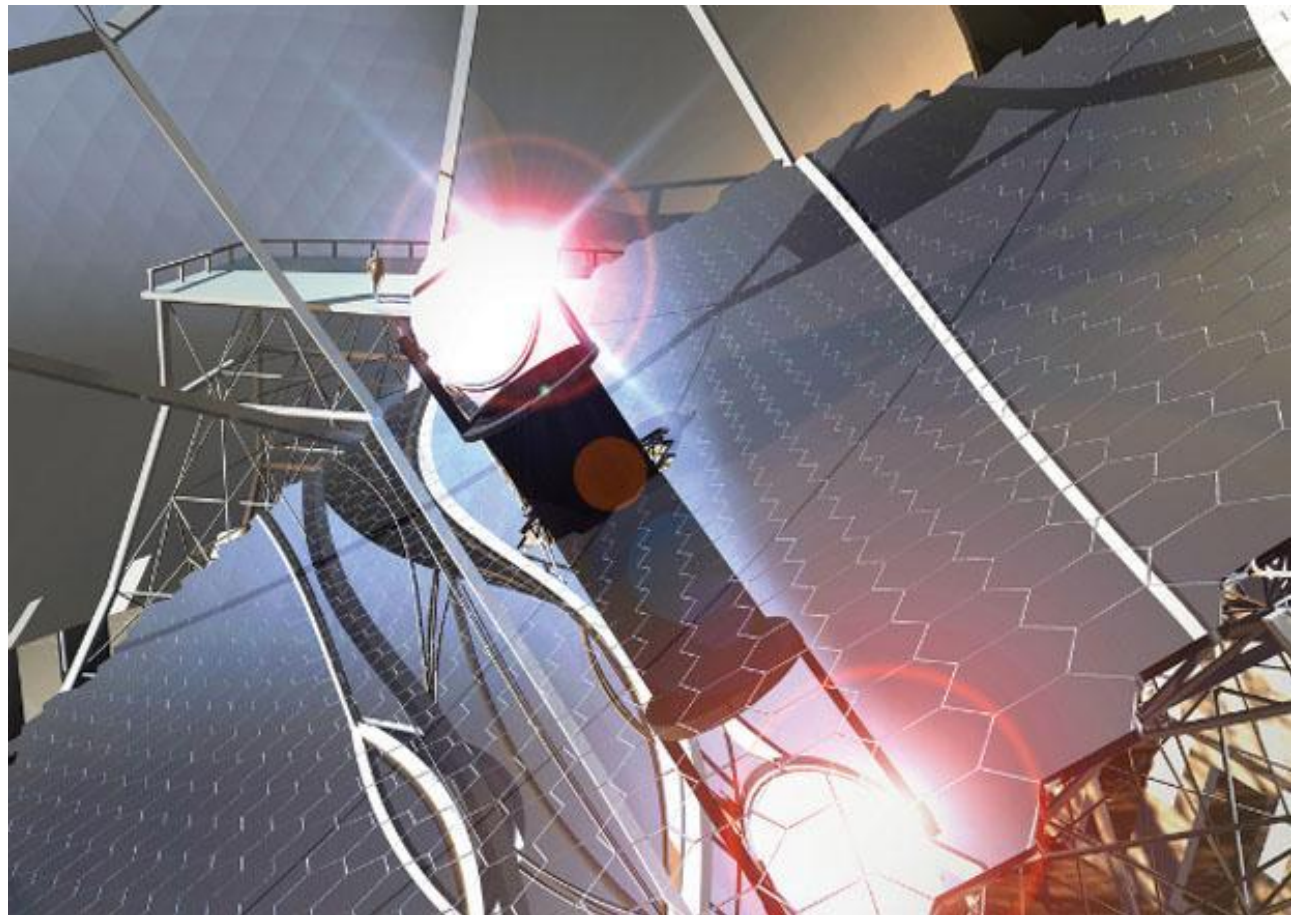


# TMT (Mauna Kea)

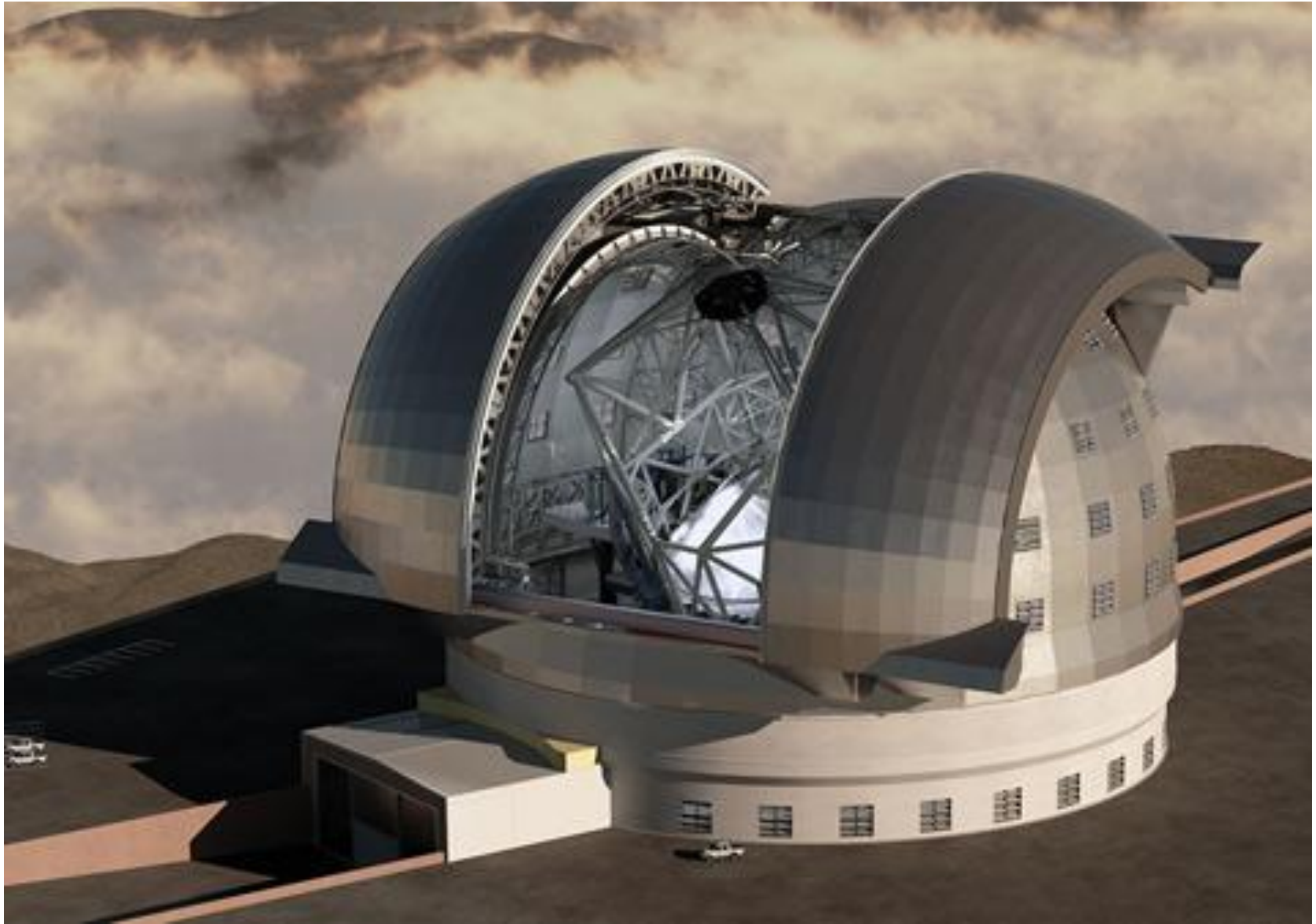
Первый свет:  
2022

По схеме НЕТ

1 000 M\$  
USA



# E-ELT (Paranal)



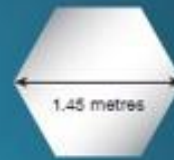
# E-ELT (Paranal)

Первый свет: 2022

$D = 39,3 \text{ м}$

$H = 3\,060 \text{ м}$

1 000 M\$    ESO



The primary mirror has 984 segments.

Starlight

Attitude cradles for inclining the telescope.

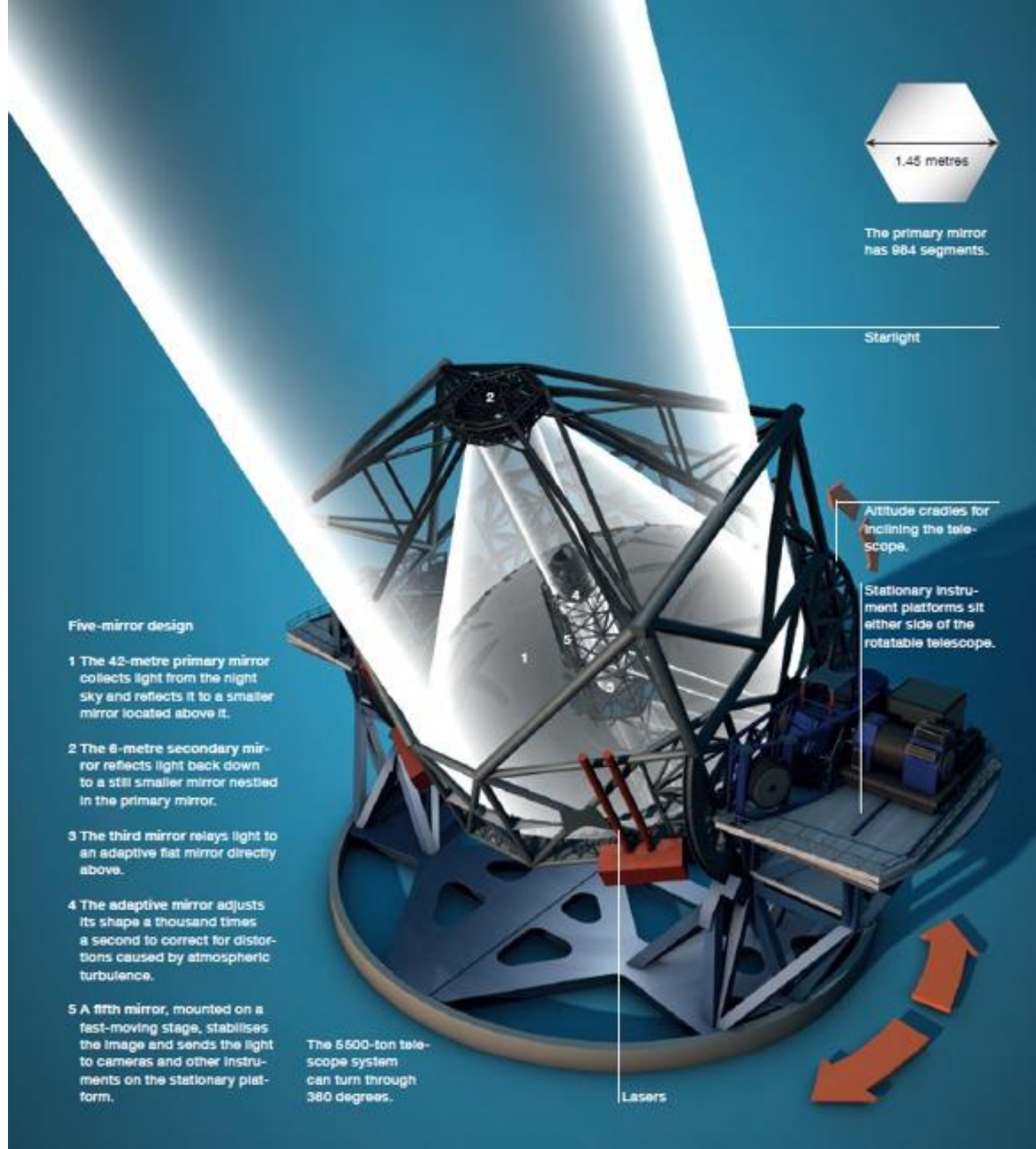
Stationary instrument platforms sit either side of the rotatable telescope.

#### Five-mirror design

- 1 The 42-metre primary mirror collects light from the night sky and reflects it to a smaller mirror located above it.
- 2 The 6-metre secondary mirror reflects light back down to a still smaller mirror nestled in the primary mirror.
- 3 The third mirror relays light to an adaptive flat mirror directly above.
- 4 The adaptive mirror adjusts its shape a thousand times a second to correct for distortions caused by atmospheric turbulence.
- 5 A fifth mirror, mounted on a fast-moving stage, stabilises the image and sends the light to cameras and other instruments on the stationary platform.

The 5500-ton telescope system can turn through 380 degrees.

Lasers





**Great Paris Exhibition Telescope**

(lens at the same scale)  
Paris, France (1900)

**Yerkes Observatory**  
(40" refractor lens at the same scale)  
Williams Bay, Wisconsin (1893)

**Hooker (100")**  
Mt Wilson, California (1917)

**Multi Mirror Telescope**  
(1979-1998)  
Mount Hopkins, Arizona

**BTA-6 (Large Altazimuth Telescope)**  
Zelenchuksky, Russia (1975)

**Large Zenith Telescope**  
British Columbia, Canada (2003)

**Gala**  
Earth-Sun L2 point (2014)

**James Webb Space Telescope**  
Earth-Sun L2 point (planned 2018)

**Hubble Space Telescope**  
Low Earth Orbit (1990)



Tennis court at the same scale

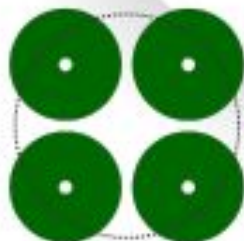
**Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope**  
Hebel, China (2009)



**Hobby-Eberly Telescope**  
Davis Mountains, Texas (1996)



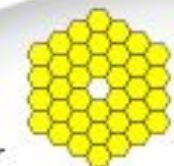
**Large Binocular Telescope**  
Mount Graham, Arizona (2005)



**Very Large Telescope**  
Cerro Paranal, Chile (1998-2000)



**Magellan Telescopes**  
Las Campanas, Chile (2000/2002)



**Gran Telescopio Canarias**  
La Palma, Canary Islands, Spain (2007)



**Southern African Large Telescope**  
Sutherland, South Africa (2005)



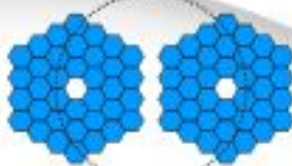
**Large Synoptic Survey Telescope**  
El Peñón, Chile (planned 2020)



**Giant Magellan Telescope**  
Las Campanas Observatory, Chile (planned 2020)

**Overwhelmingly Large Telescope**  
(cancelled)

Arecibo radio telescope at the same scale



**Keck Telescope**  
Mauna Kea, Hawaii (1993/1996)



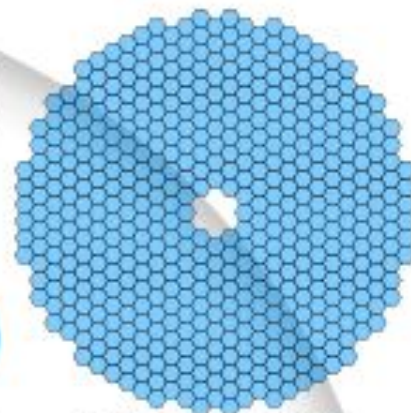
**Gemini North**  
Mauna Kea, Hawaii (1999)



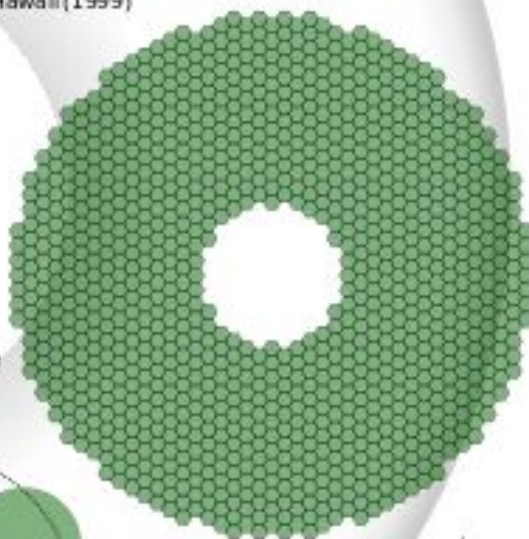
**Gemini South**  
Cerro Pachón, Chile (2000)



**Subaru Telescope**  
Mauna Kea, Hawaii (1999)



**Thirty Meter Telescope**  
Mauna Kea, Hawaii (planned 2022)



**European Extremely Large Telescope**  
Cerro Armazones, Chile (planned 2022)

Human at the same scale

0 3 10m  
0 10 20 30ft



Basketball court at the same scale

# Overwhelmingly Large Telescope



# Overwhelmingly Large Telescope

Первый свет: 202?

Сферическое многосегментное зеркало

Светособирающая площадь – 6 000 кв.м

$A = 1 : 8$

Спектральный диапазон 0,32 – 2 мкм

Многоступенчатая система адаптивной  
ОПТИКИ

???? M\$      ESO