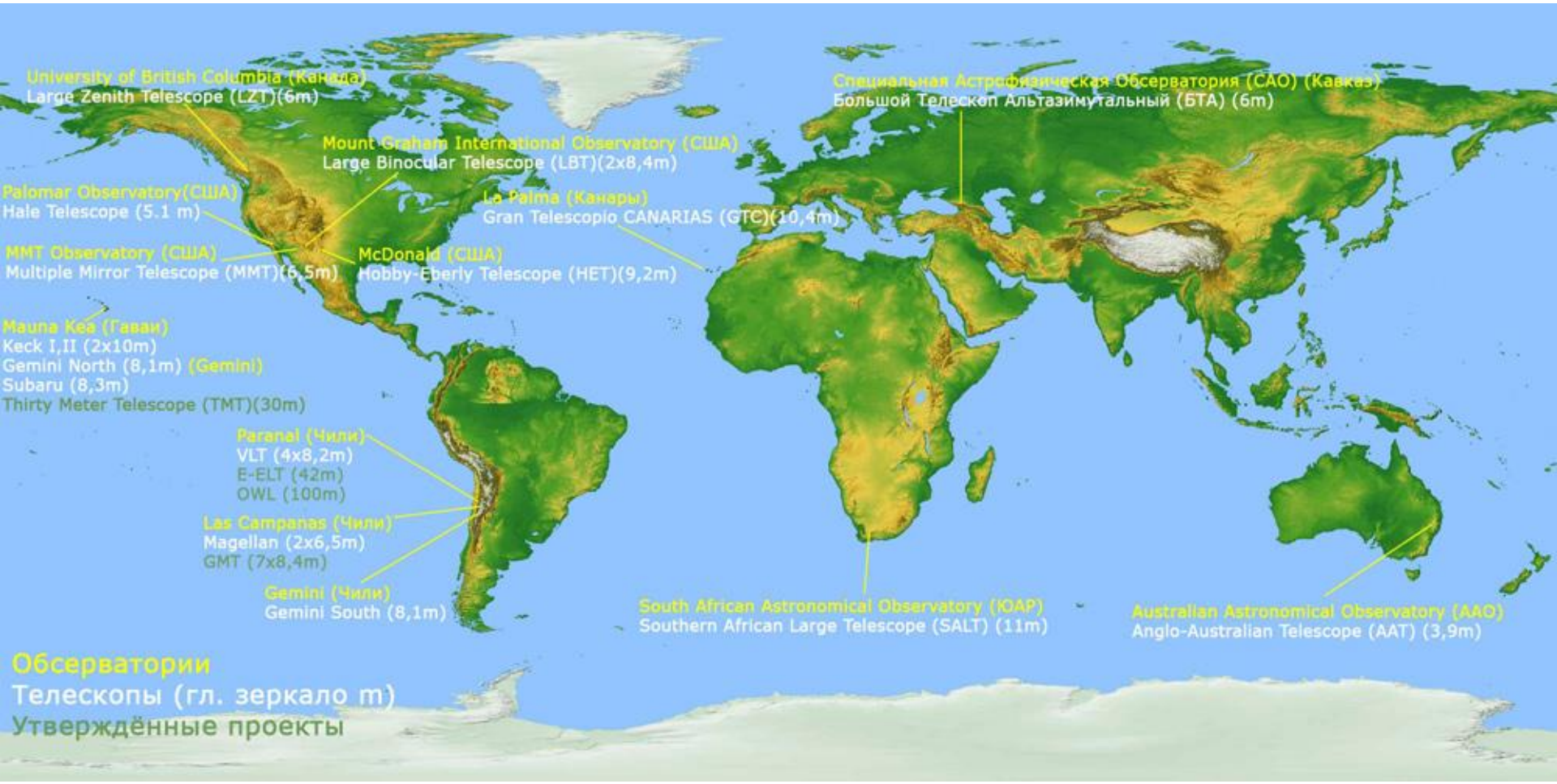


**Крупнейшие современные**

**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 T



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

$A = 1:1,75$

$M_T = 300 \text{ T}$

# 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:

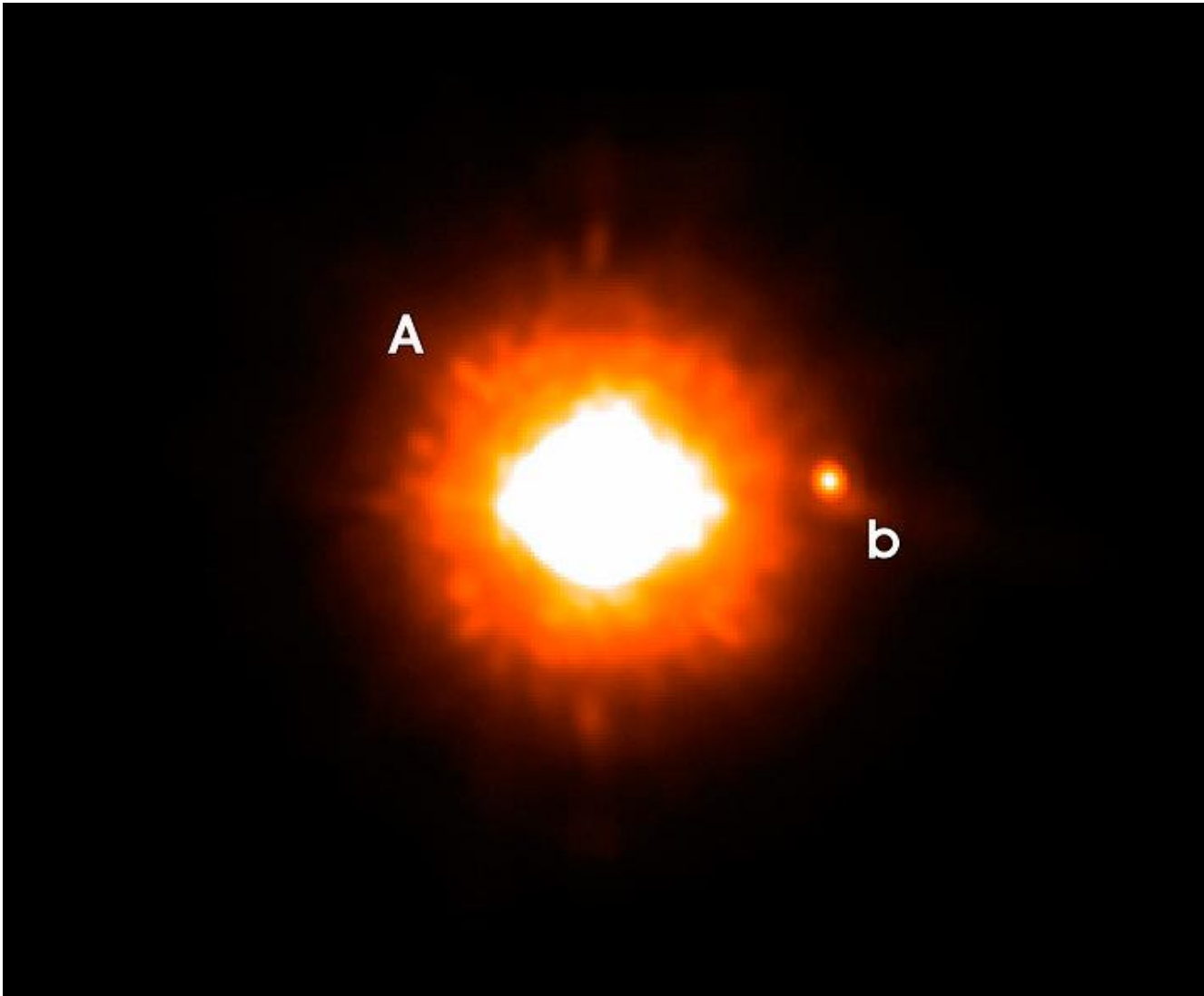
- 4 отдельных телескопа (основной)
- VLTI – интерферометр для улучшения углового разрешения (экв.  $D = 180$  м)
- Как единый телескоп (экв.  $D = 16$  м)

На арауканском языке:

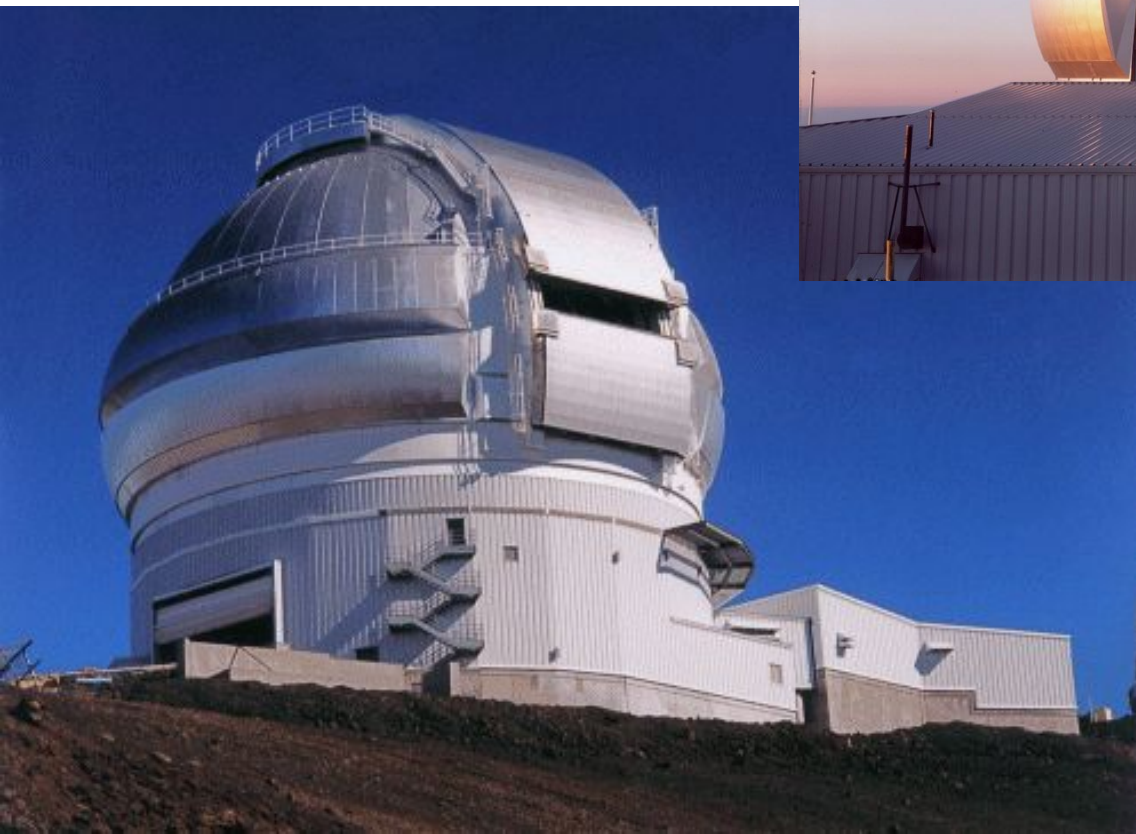
Анту (Солнце), Куйен (Луна),

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, Cerro 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

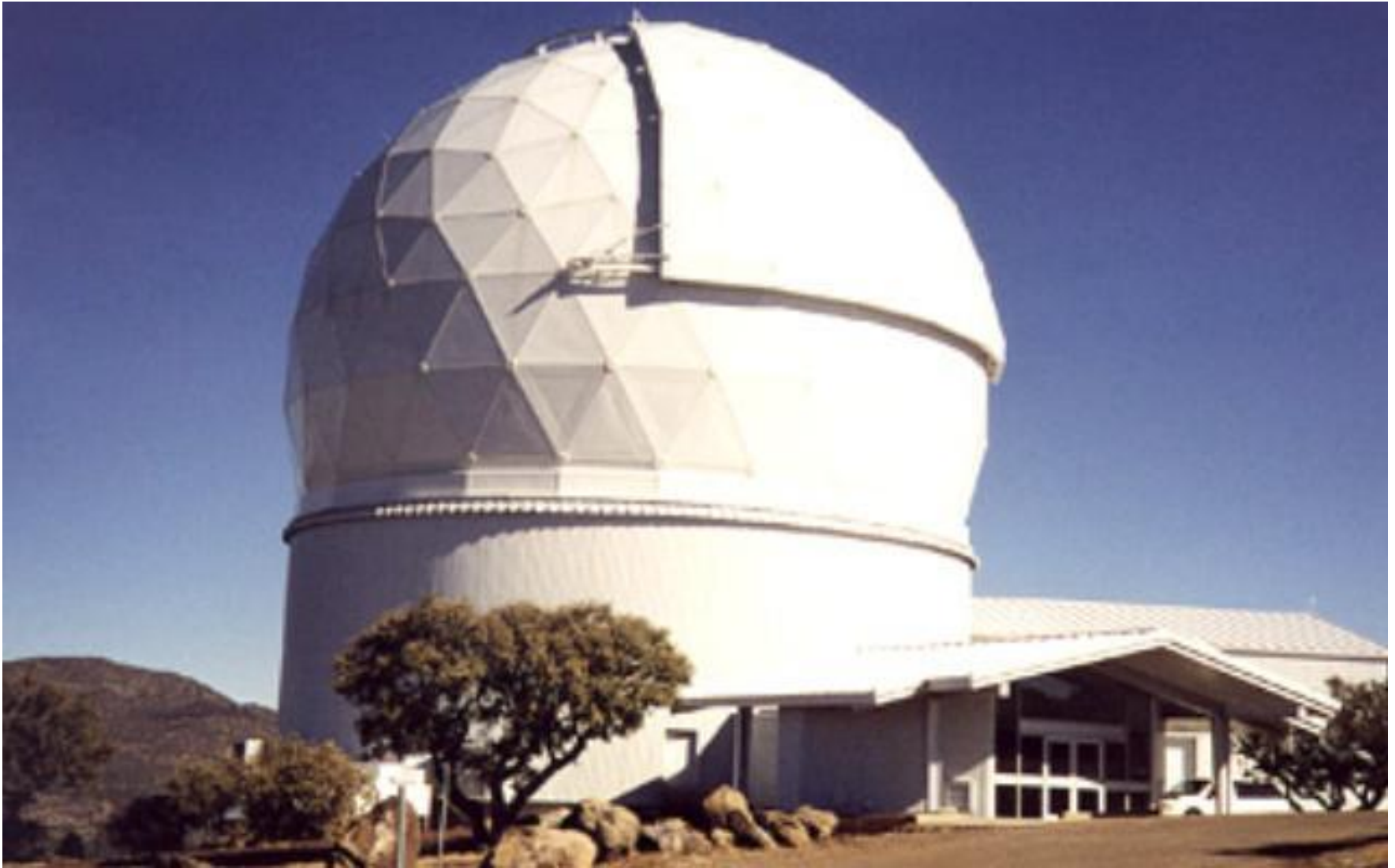
Масса зеркала 22,8 т

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 -  $360^\circ$

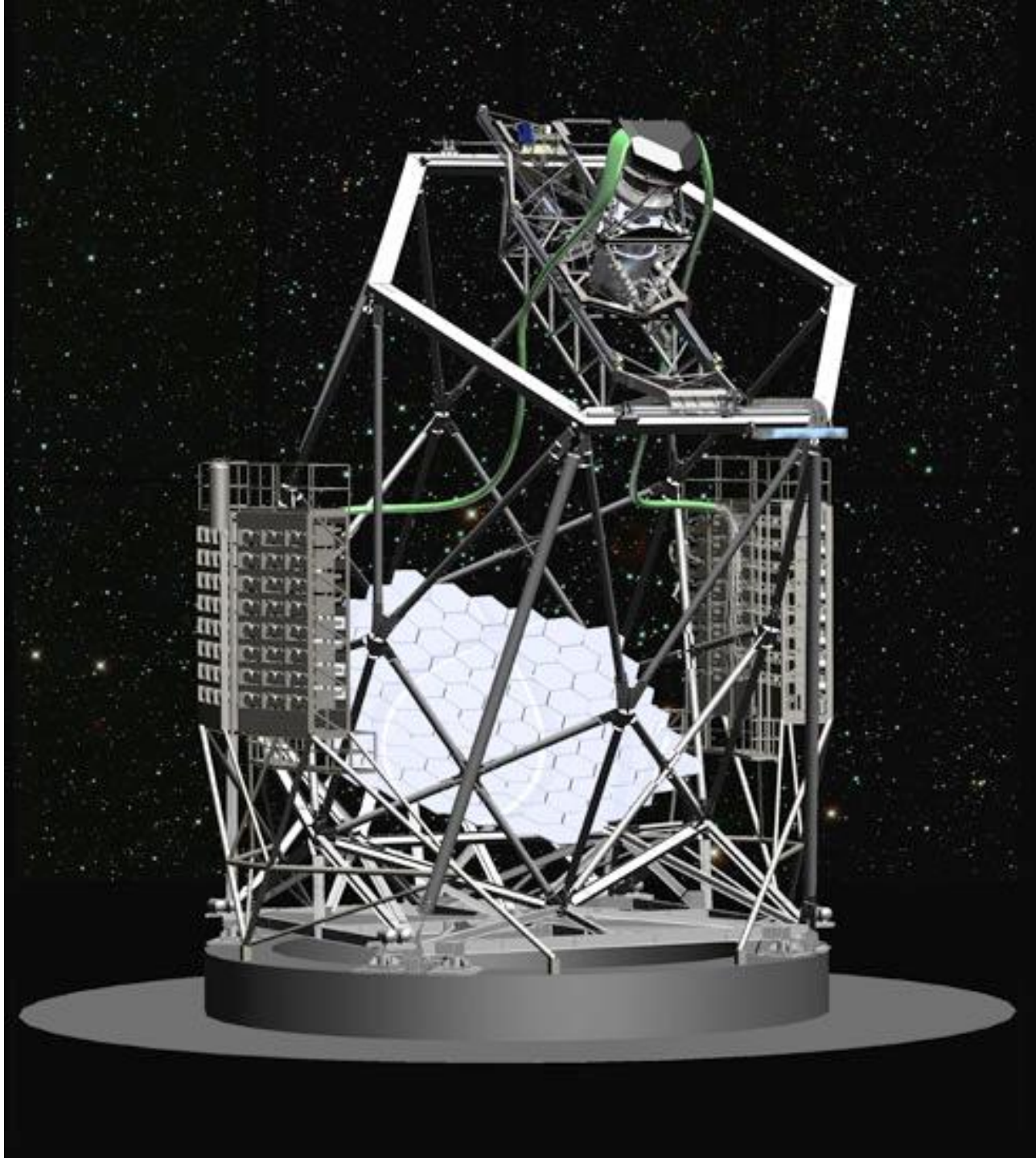
При наблюдении (до 2 ч) зеркало  
неподвижно, движутся приборы

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\$

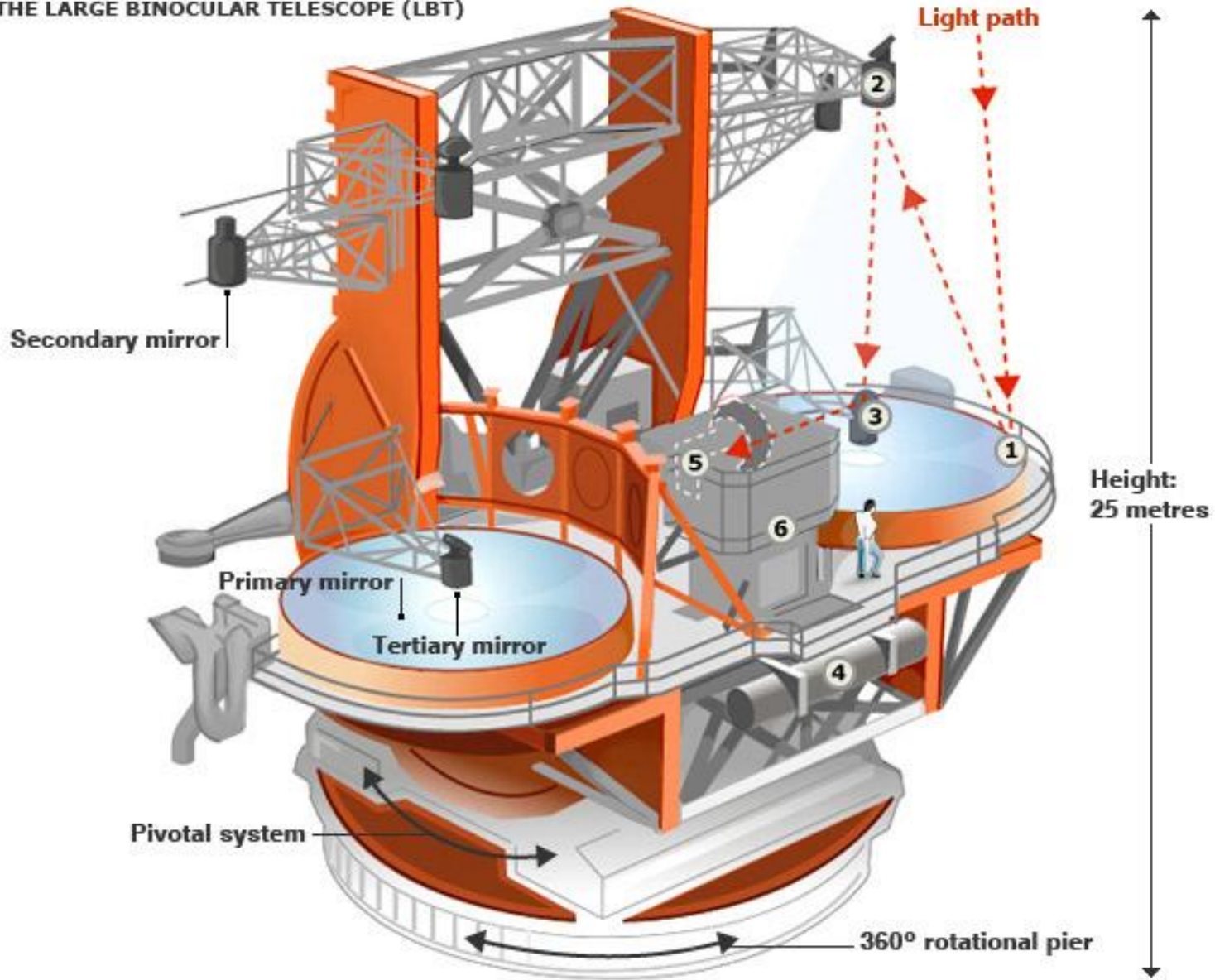
Mt. Graham, Arizona, USA, 3221 м

# LBT (Maunt Graham)

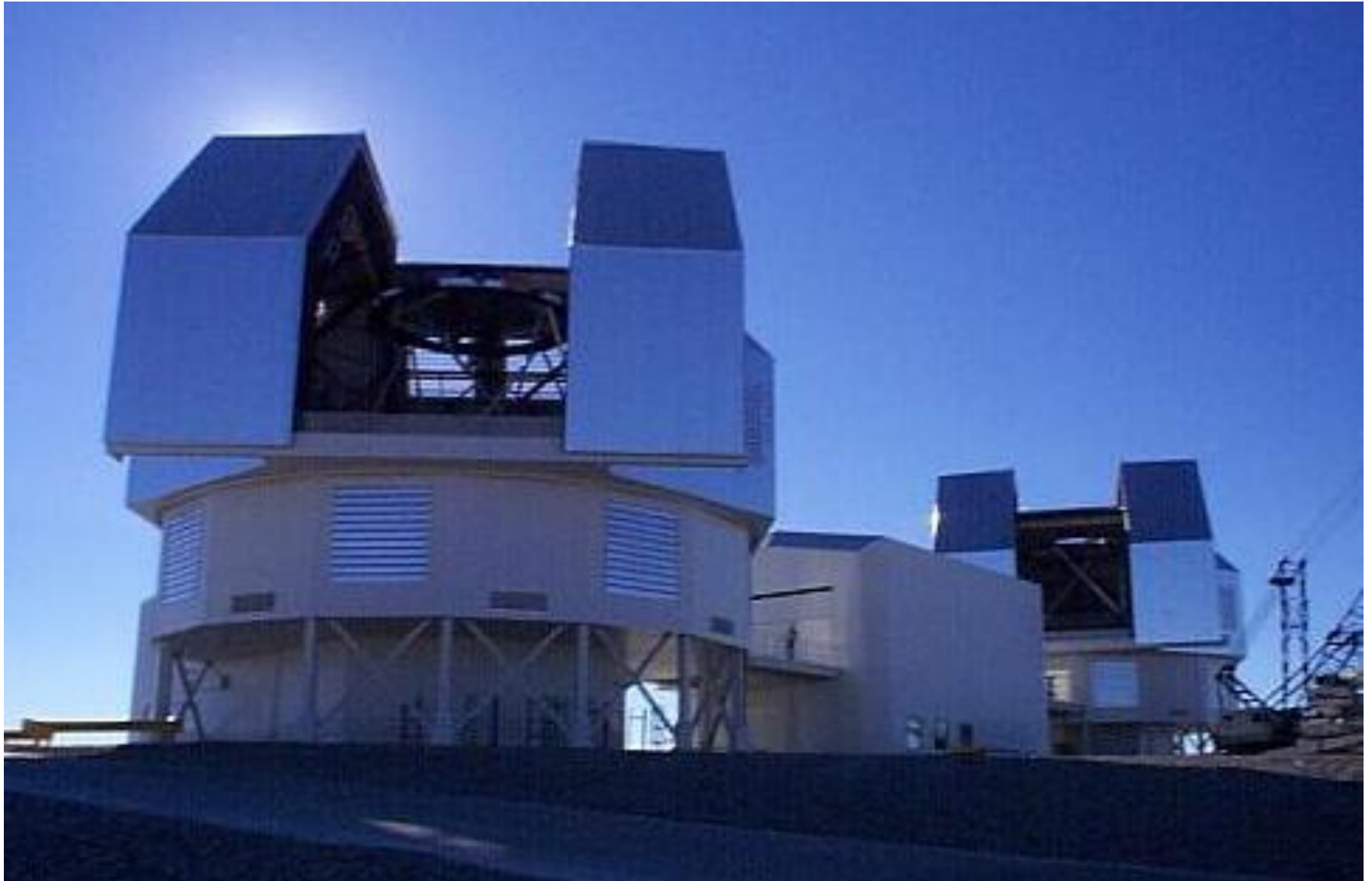


# LBT (Maunt Graham)

THE LARGE BINOCULAR TELESCOPE (LBT)



# Magellan



# Magellan

Первый свет: 1999 г.

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

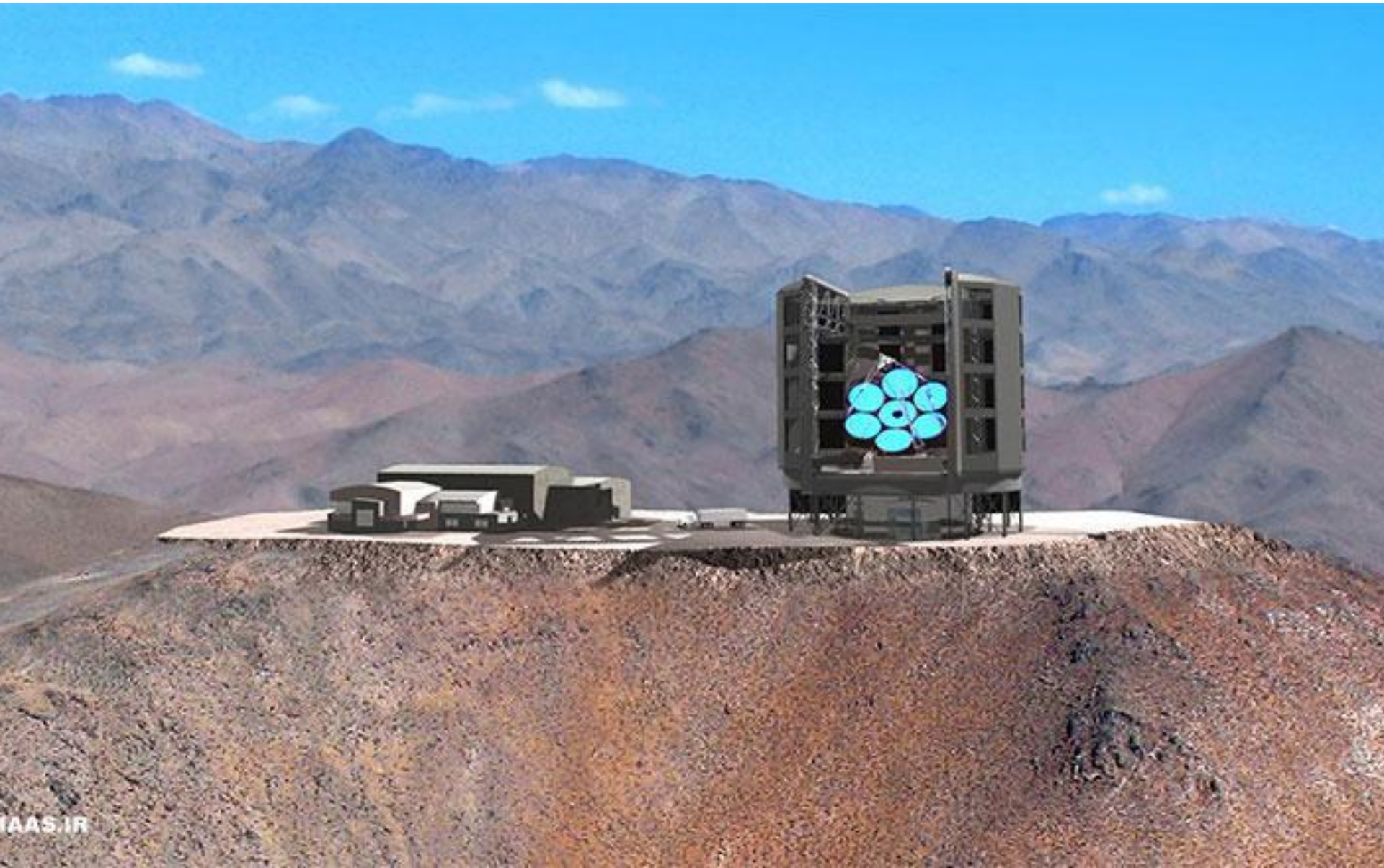
Las Campanas

USA

# Las Campanas

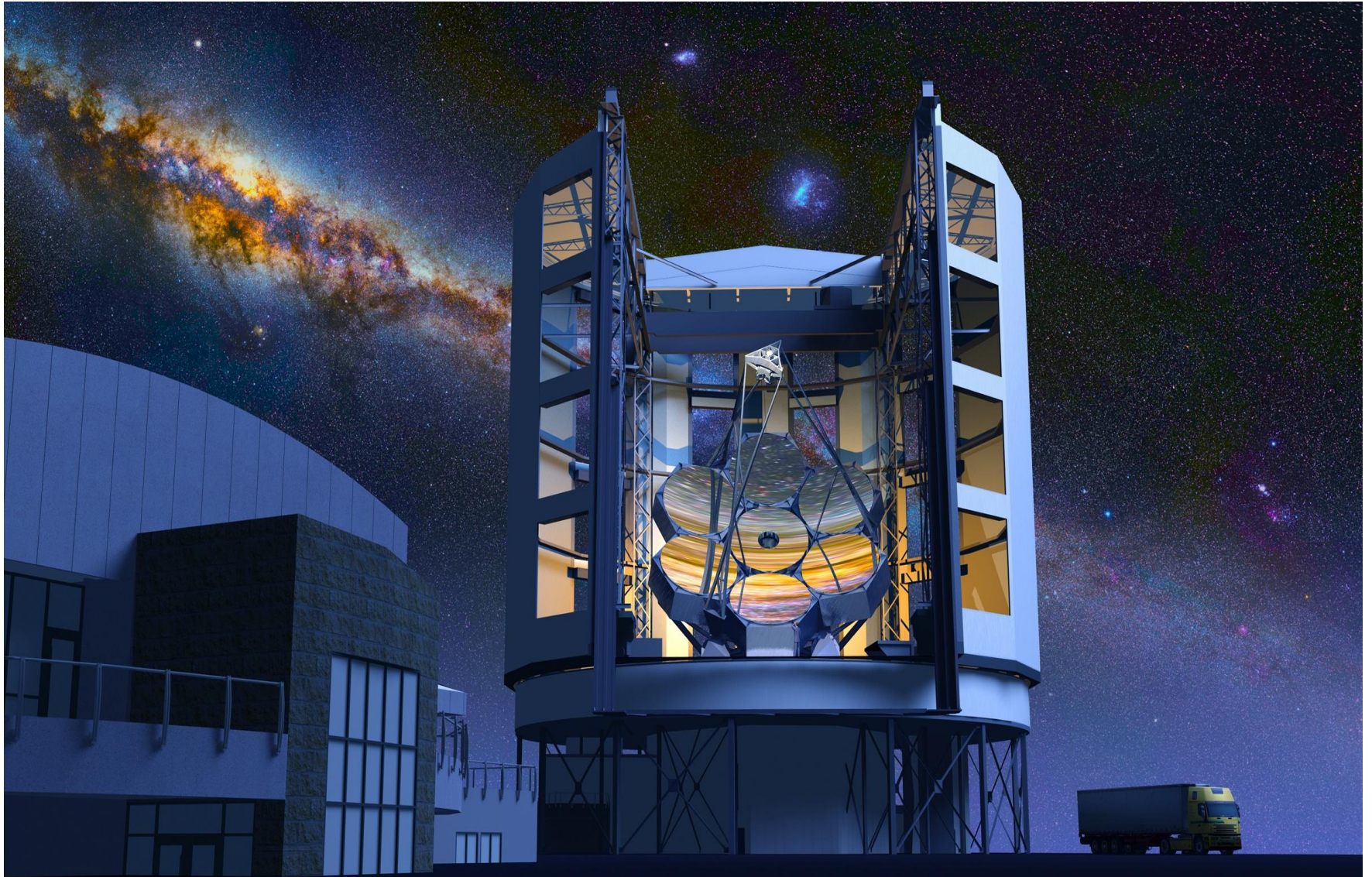


# GMT (Las Campanas)





# GMT (Las Campanas)



# GMT (Las Campanas)

Первый свет: 2020

7 зеркал  $D = 8,4$  м (сотовые)

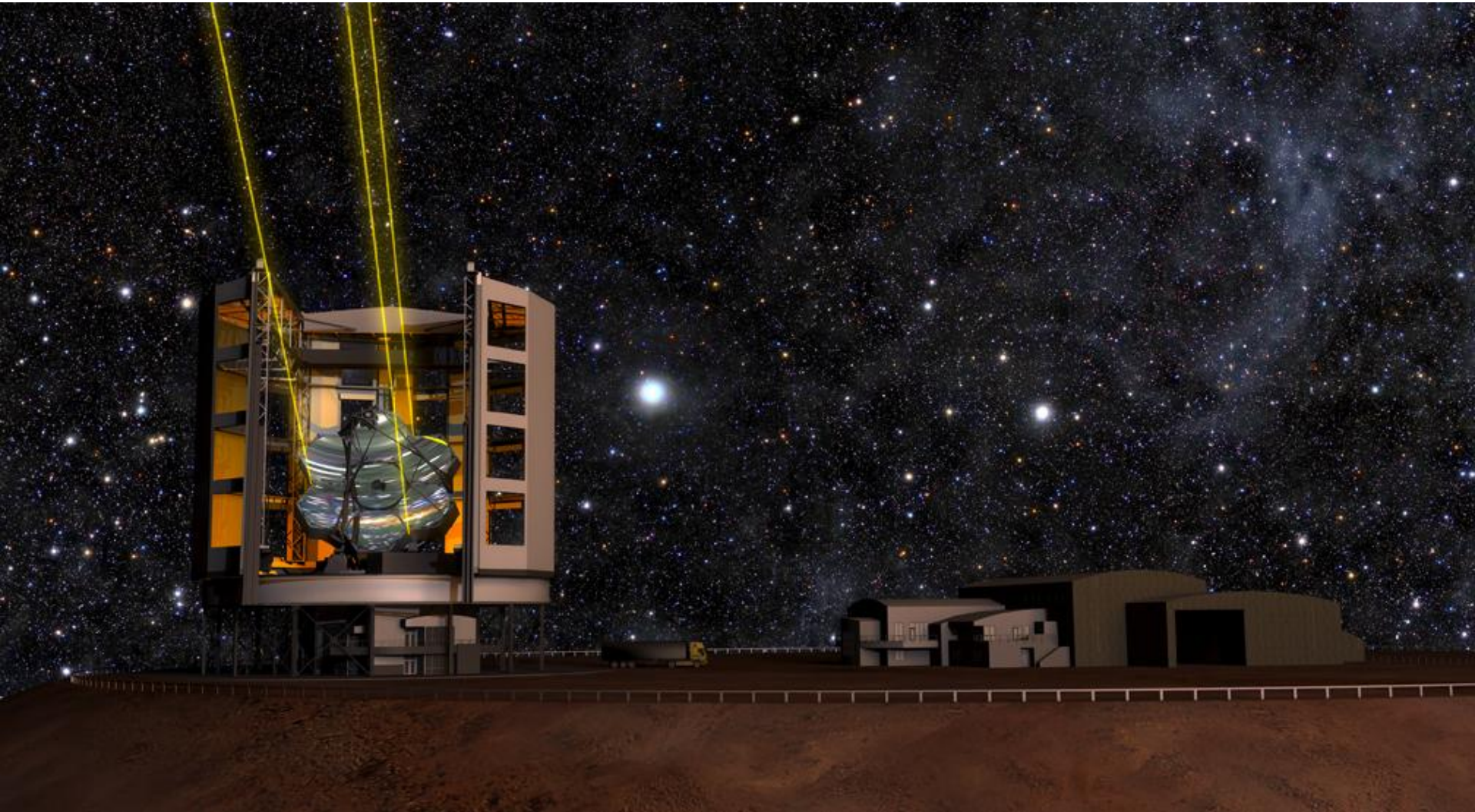
(эквивалентный диаметр 24,5 м)

Отлито уже 4 зеркала

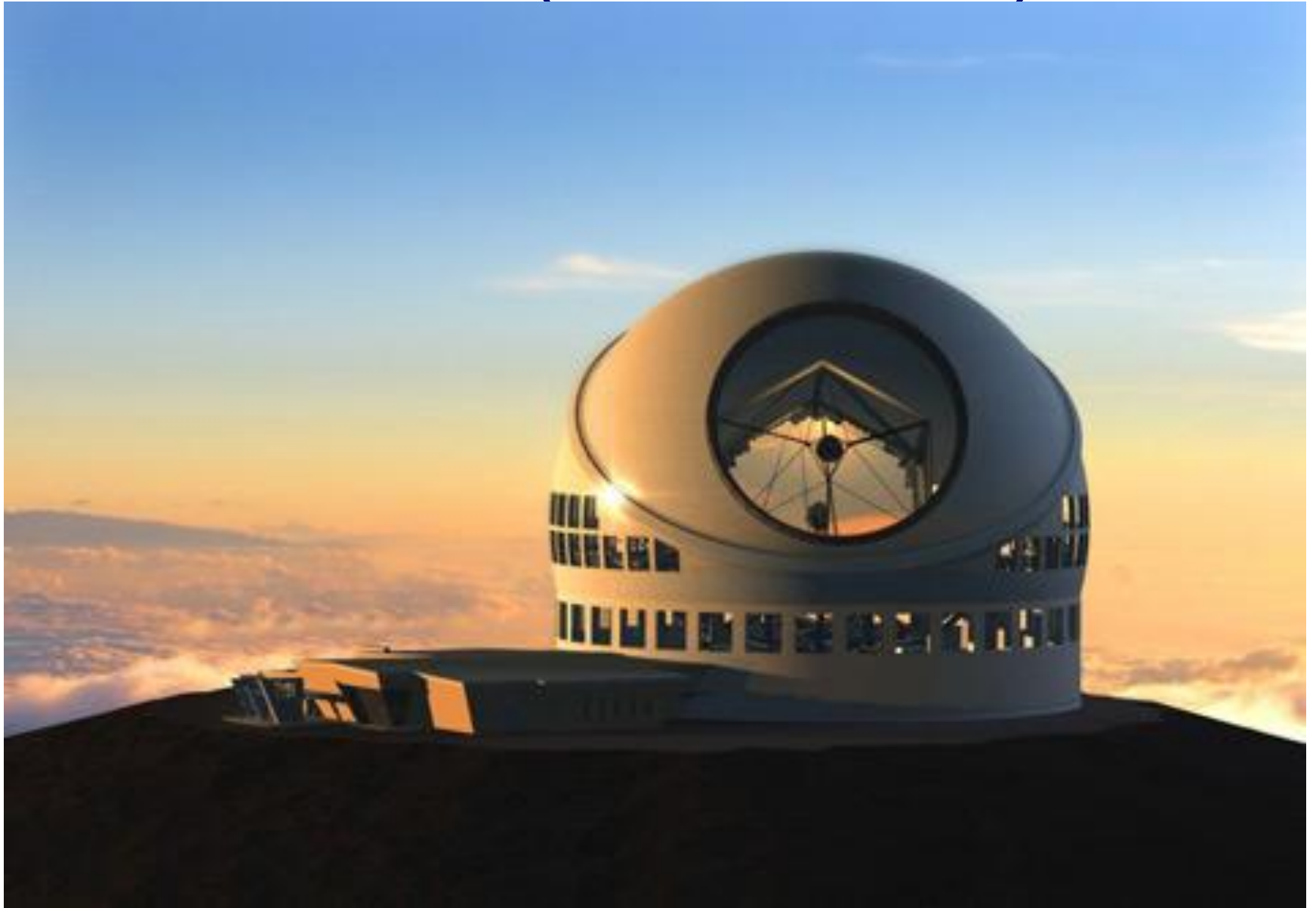
Точность полировки 25 нм

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)



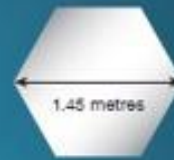
# E-ELT (Paranal)

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.

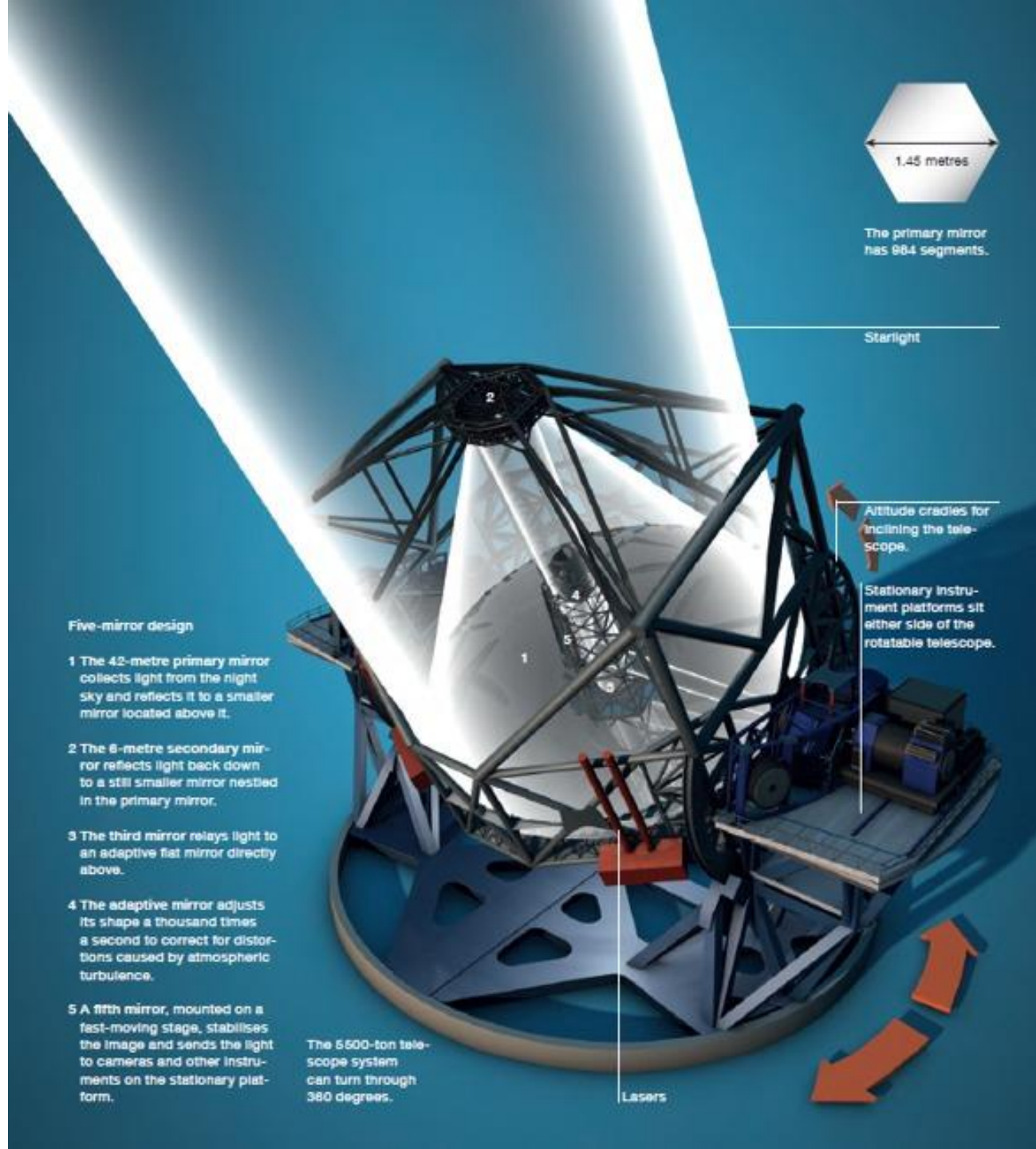
Stationary instrument platforms sit either side of the rotatable telescope.

#### 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**  
Mount Hopkins, Arizona (1979-1998)

**Multi Mirror Telescope**  
Mount Hopkins, Arizona (1999-)

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

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

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

**Kepler**  
Earth-trailing solar orbit (2009)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

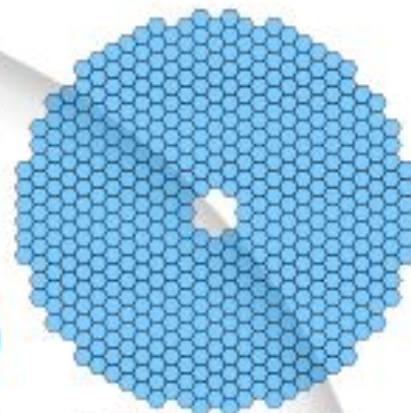
**Keck Telescope**  
Mauna Kea, Hawaii (1993/1996)

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

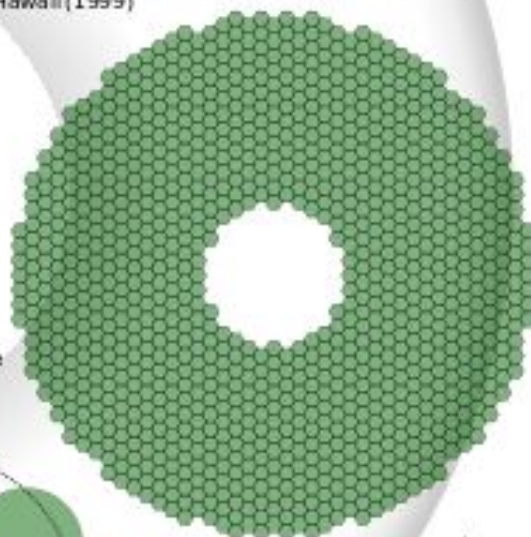
**Keck Telescope**  
Mauna Kea, Hawaii (1993/1996)

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

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

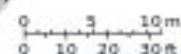


**Thirty Meter Telescope**  
Mauna Kea, Hawaii (planned 2022)



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

Human at the same scale



Tennis court at the same scale

Overwhelmingly Large Telescope (cancelled)  
Arecibo radio telescope at the same scale



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