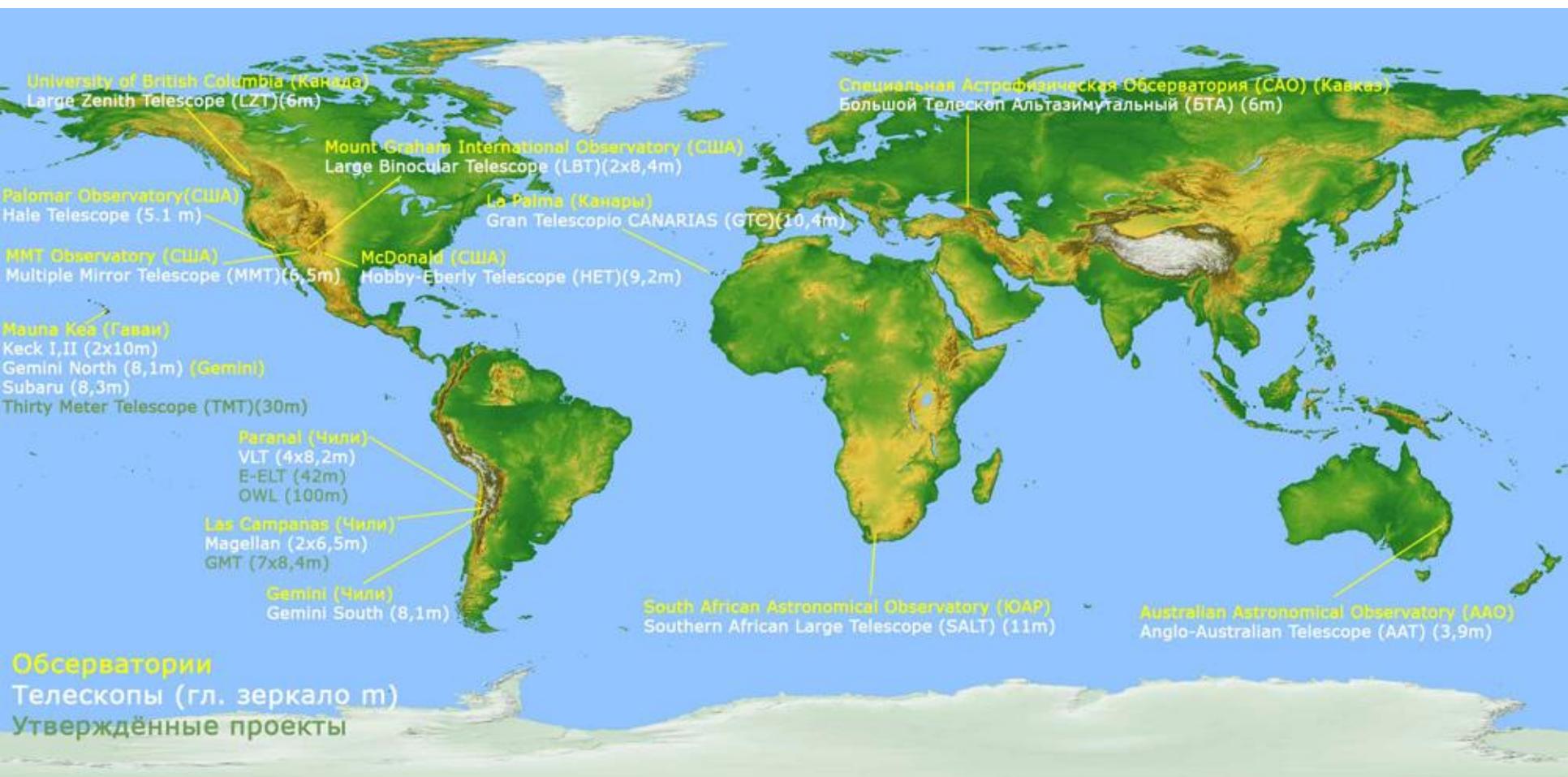


Крупнейшие современные

ТЕЛЕСКОПЫ

Пути увеличения апертуры

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



University of British Columbia (Canada)
Large Zenith Telescope (LZT) (6m)

Palomar Observatory (США)
Hale Telescope (5.1 m)

MMT Observatory (США)
Multiple Mirror Telescope (MMT) (6.5m)

Mauna Kea (Гавайи)
Keck I, II (2x10m)
Gemini North (8,1m) (Gemini)
Subaru (8,3m)
Thirty Meter Telescope (TMT) (30m)

Paranal (Чили)
VLT (4x8,2m)
E-ELT (42m)
OWL (100m)

Las Campanas (Чили)
Magellan (2x6,5m)
GMT (7x8,4m)

Gemini (Чили)
Gemini South (8,1m)

Mount Graham International Observatory (США)
Large Binocular Telescope (LBT) (2x8,4m)

La Palma (Канары)
Gran Telescopio CANARIAS (GTC) (10,4m)

McDonald (США)
Hobby-Eberly Telescope (HET) (9,2m)

South African Astronomical Observatory (ЮАР)
Southern African Large Telescope (SALT) (11m)

Australian Astronomical Observatory (ААО)
Anglo-Australian Telescope (AAT) (3,9m)

Специальная Астрофизическая Обсерватория (САО) (Кавказ)
Большой Телескоп Альтазимутальный (БТА) (6m)

Обсерватории
Телескопы (гл. зеркало m)
Утверждённые проекты

Keck (Mauna Kea)



Кек (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 μm) (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:

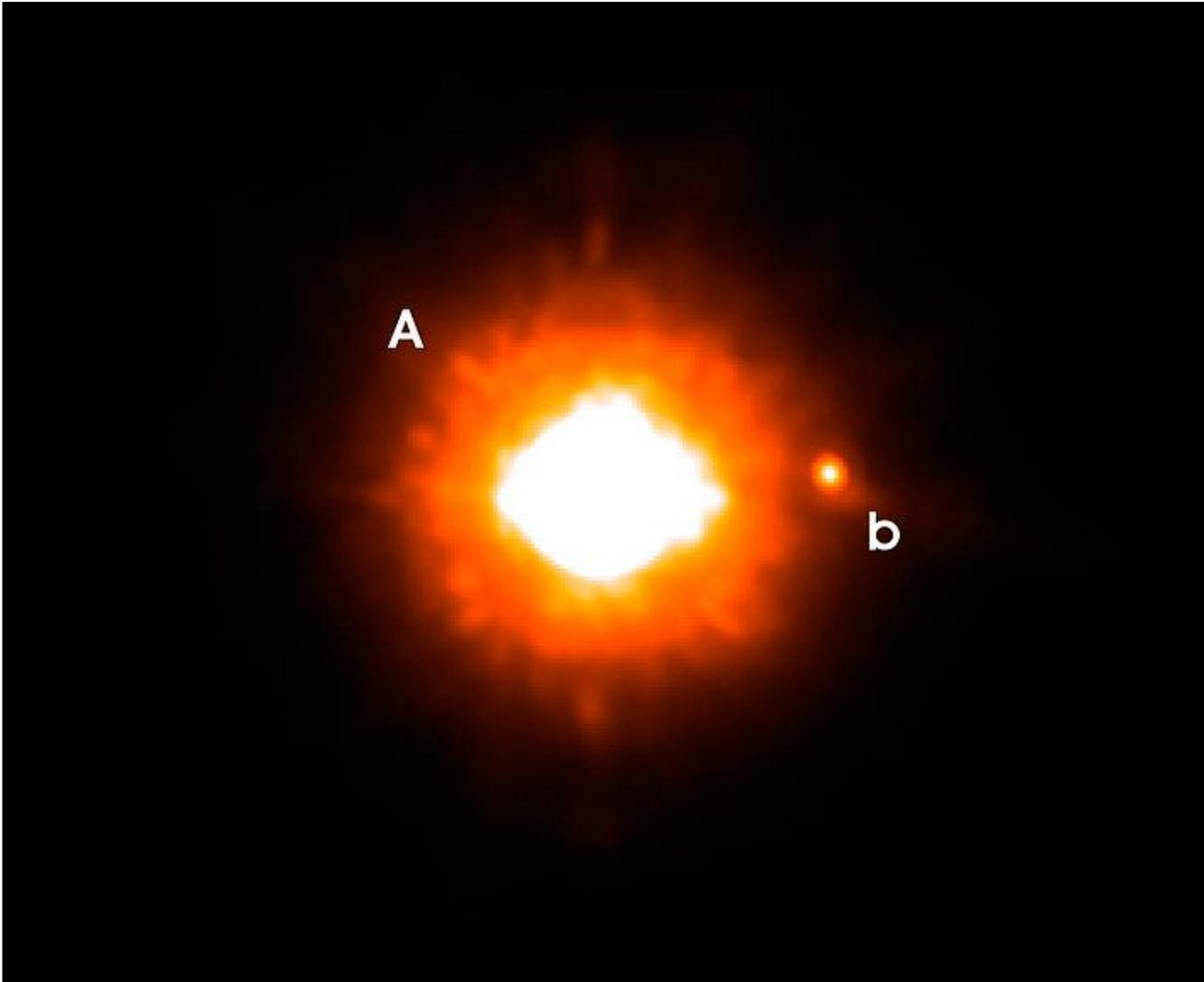
- 4 отдельных телескопа (основной)
- VLTI – интерферометр для улучшения углового разрешения (экв. $D = 180$ м)
- Как единый телескоп (экв. $D = 16$ м)

На арауканском языке:

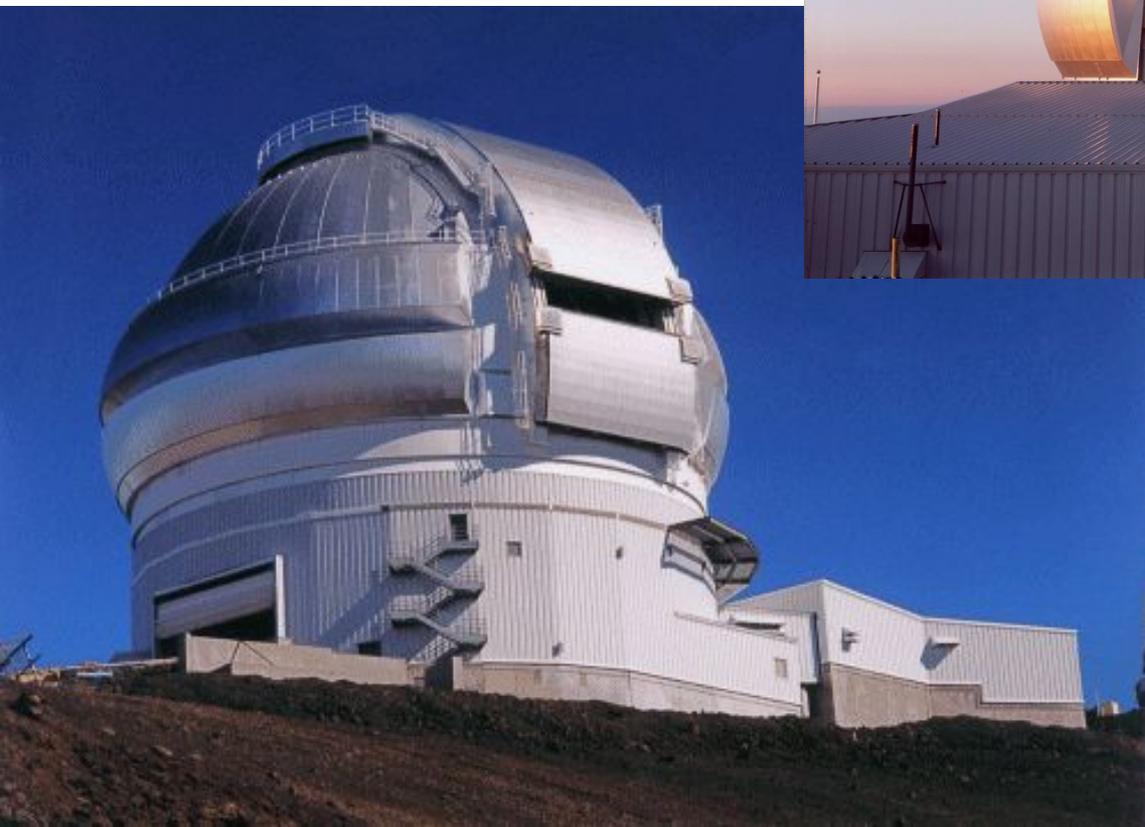
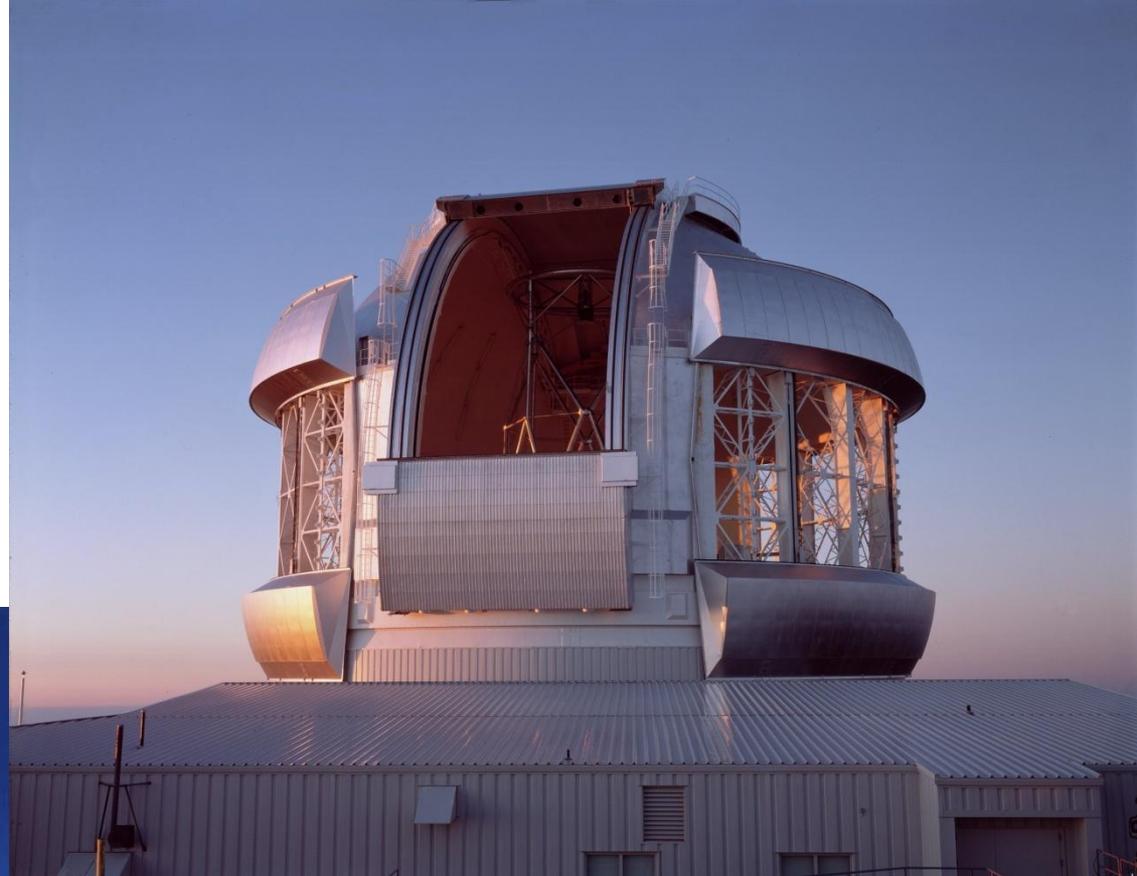
Анту (Солнце), Куйен (Луна),

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, 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

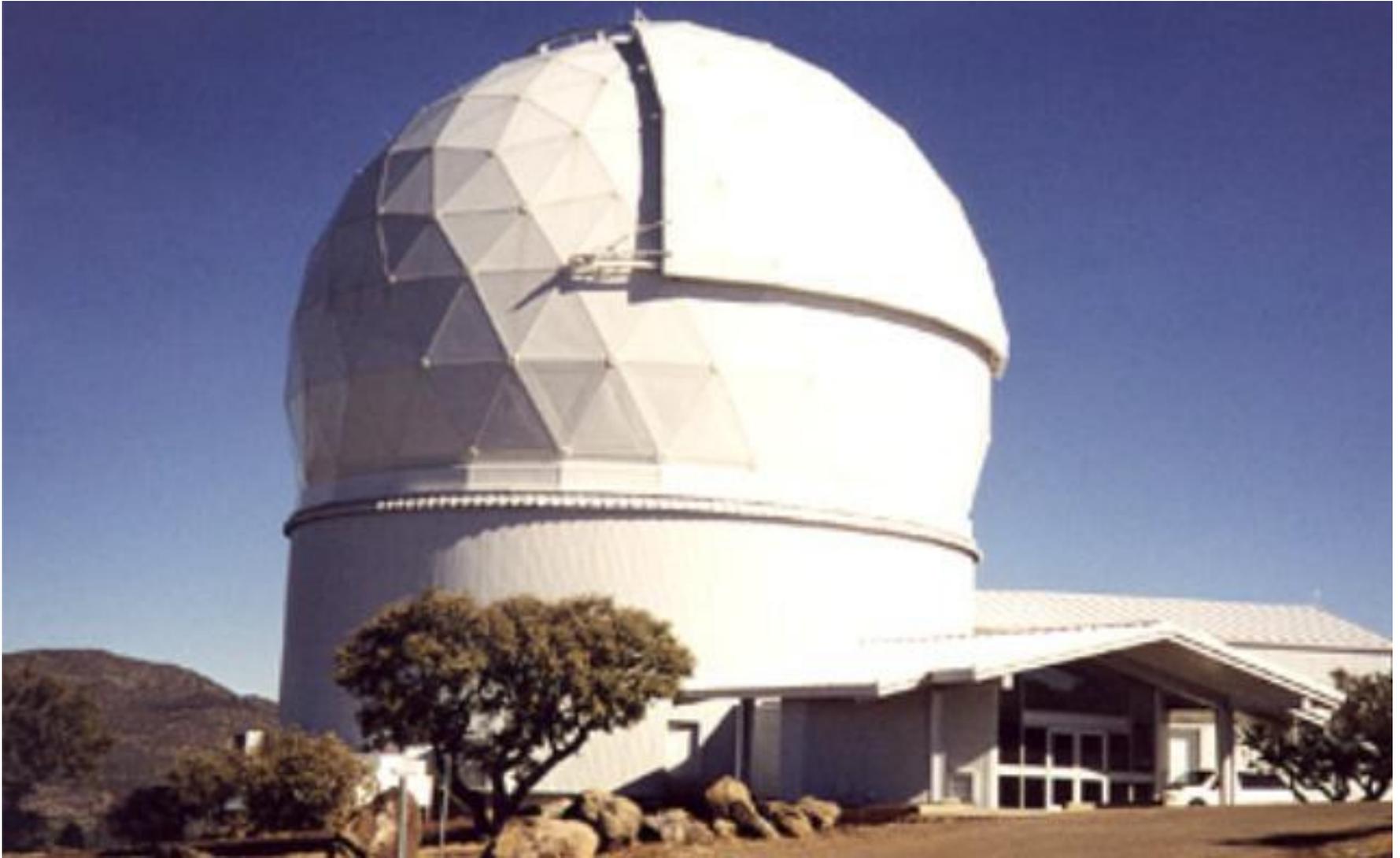
Толщина 20 см

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°

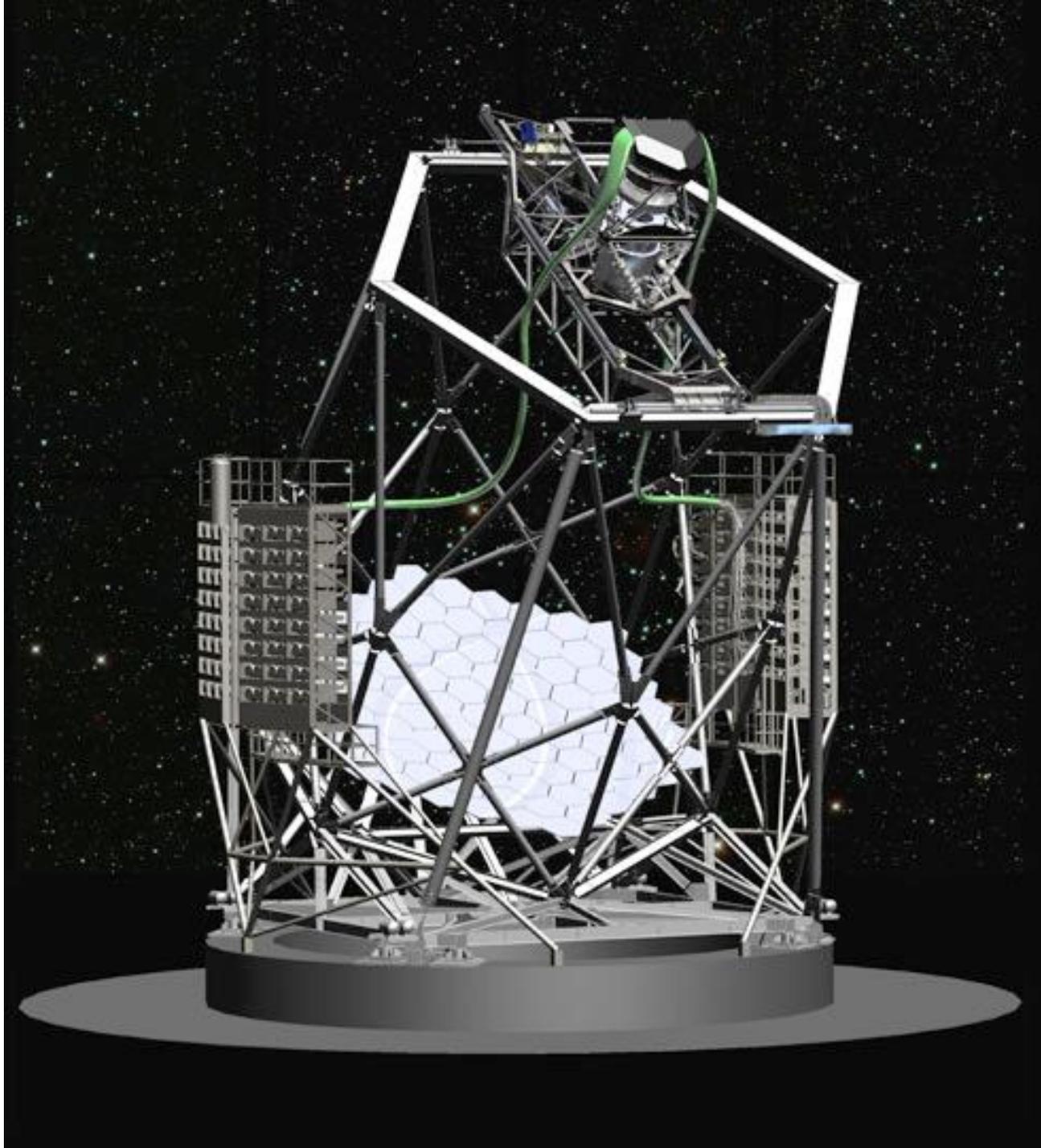
При наблюдении (до 2 ч) зеркало
неподвижно, движутся приборы

3 спектрографа

13,5 (10) M\$

Texas

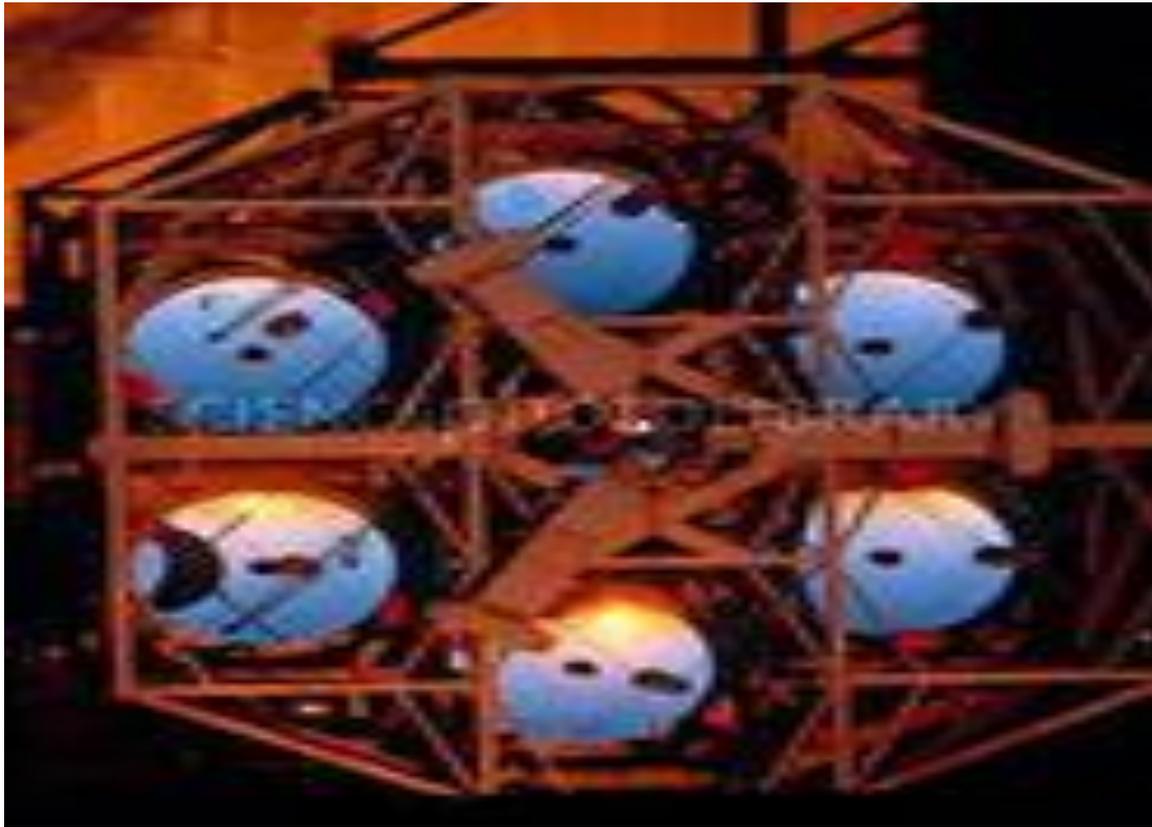
USA



SALT



MMT (Maunt Hopkins)



MMT (Maunt Hopkins)

Первый свет: 1979 г.

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

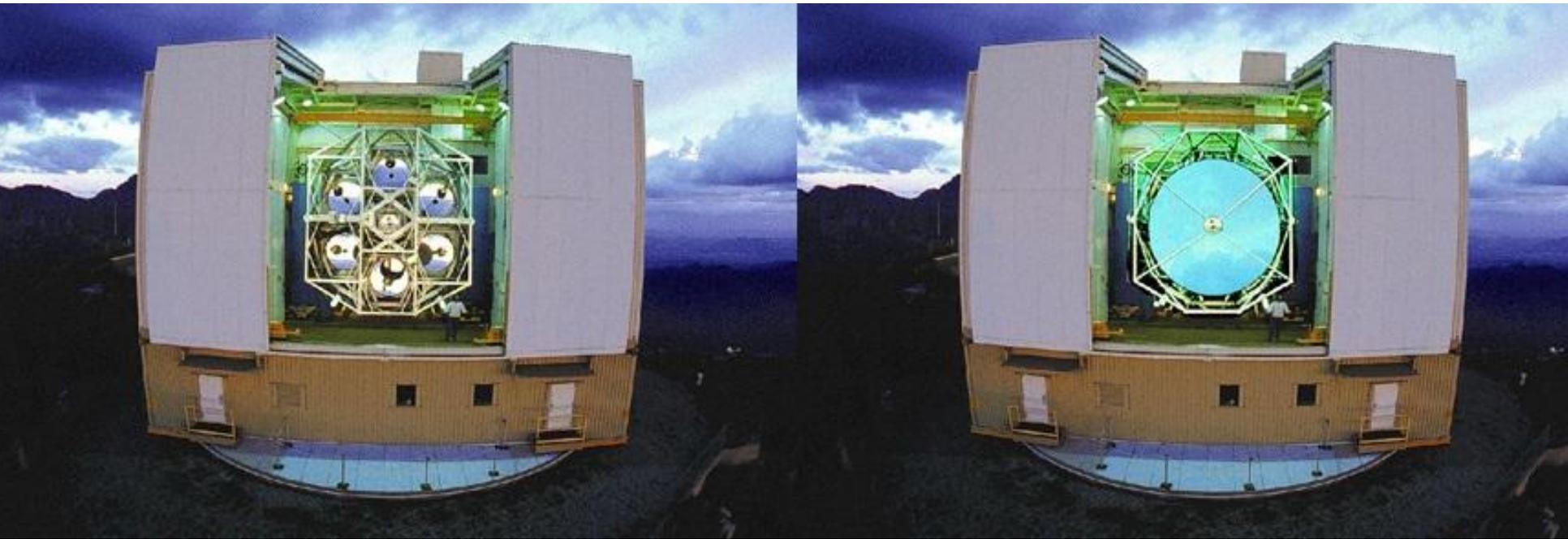
Плавленный кварц

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\$

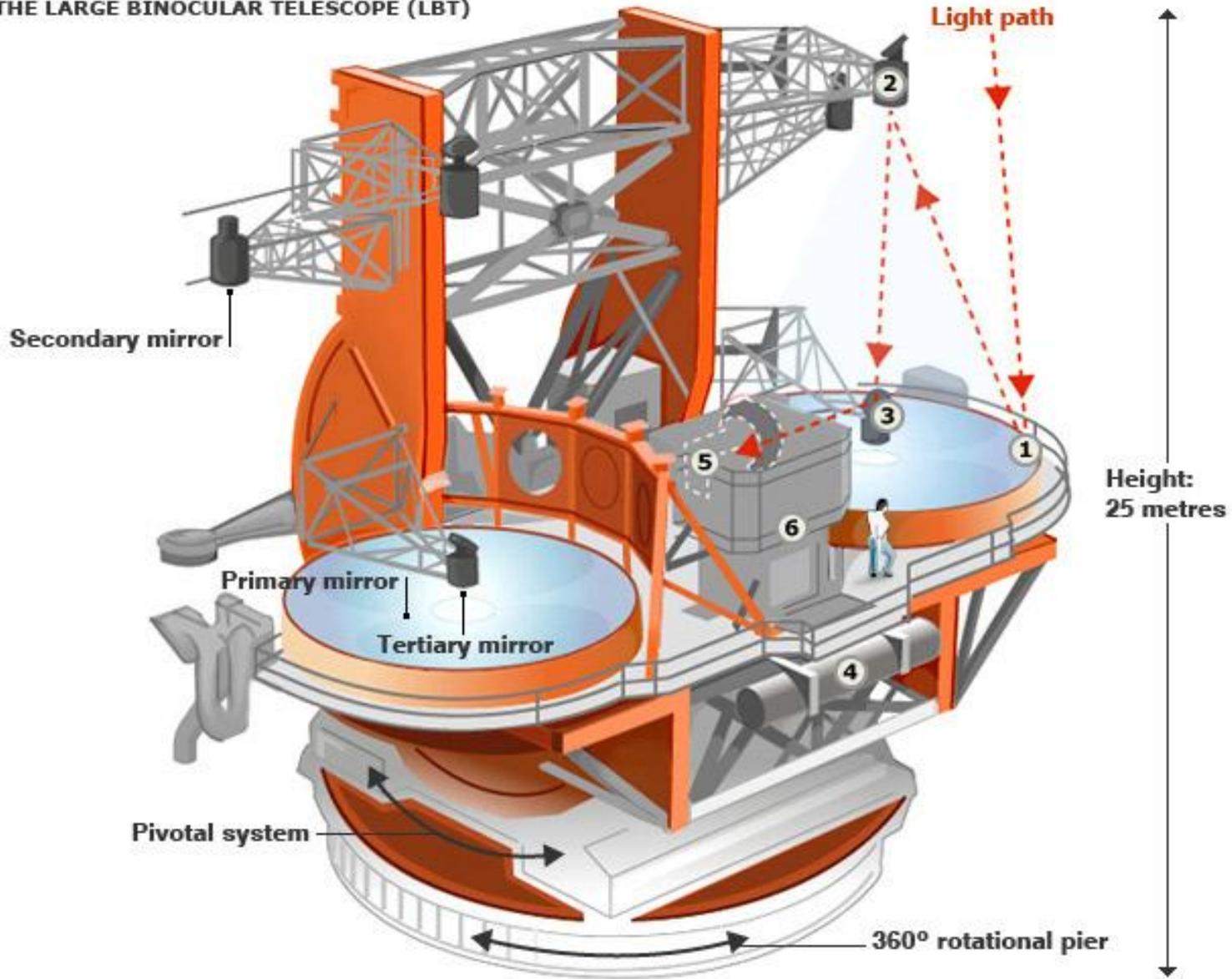
Mt. Graham, Arizona, USA, 3221 м

LBT (Maunt Graham)

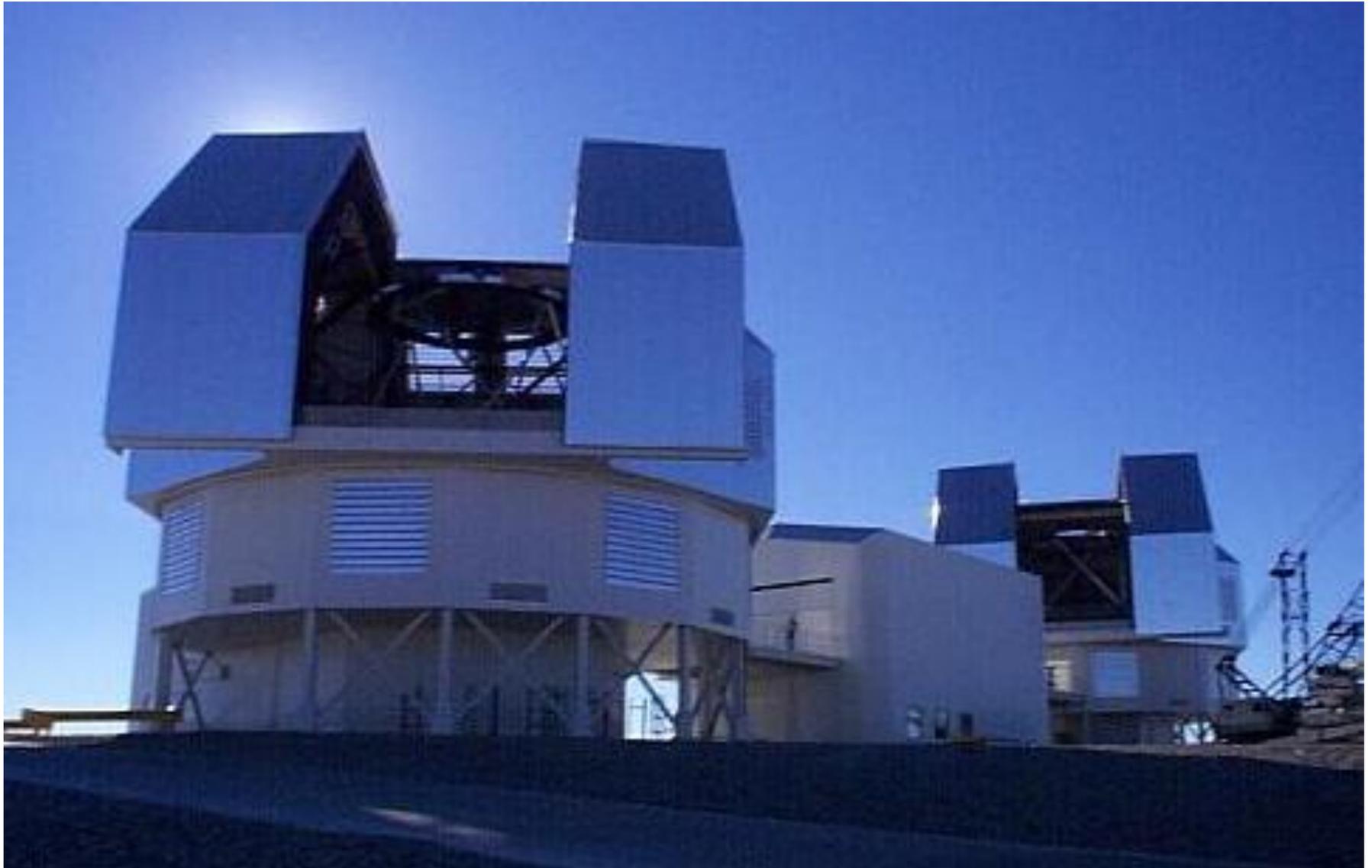


LBT (Maunt Graham)

THE LARGE BINOCULAR TELESCOPE (LBT)



Magellan



Magellan

Первый свет: 1999 г.

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

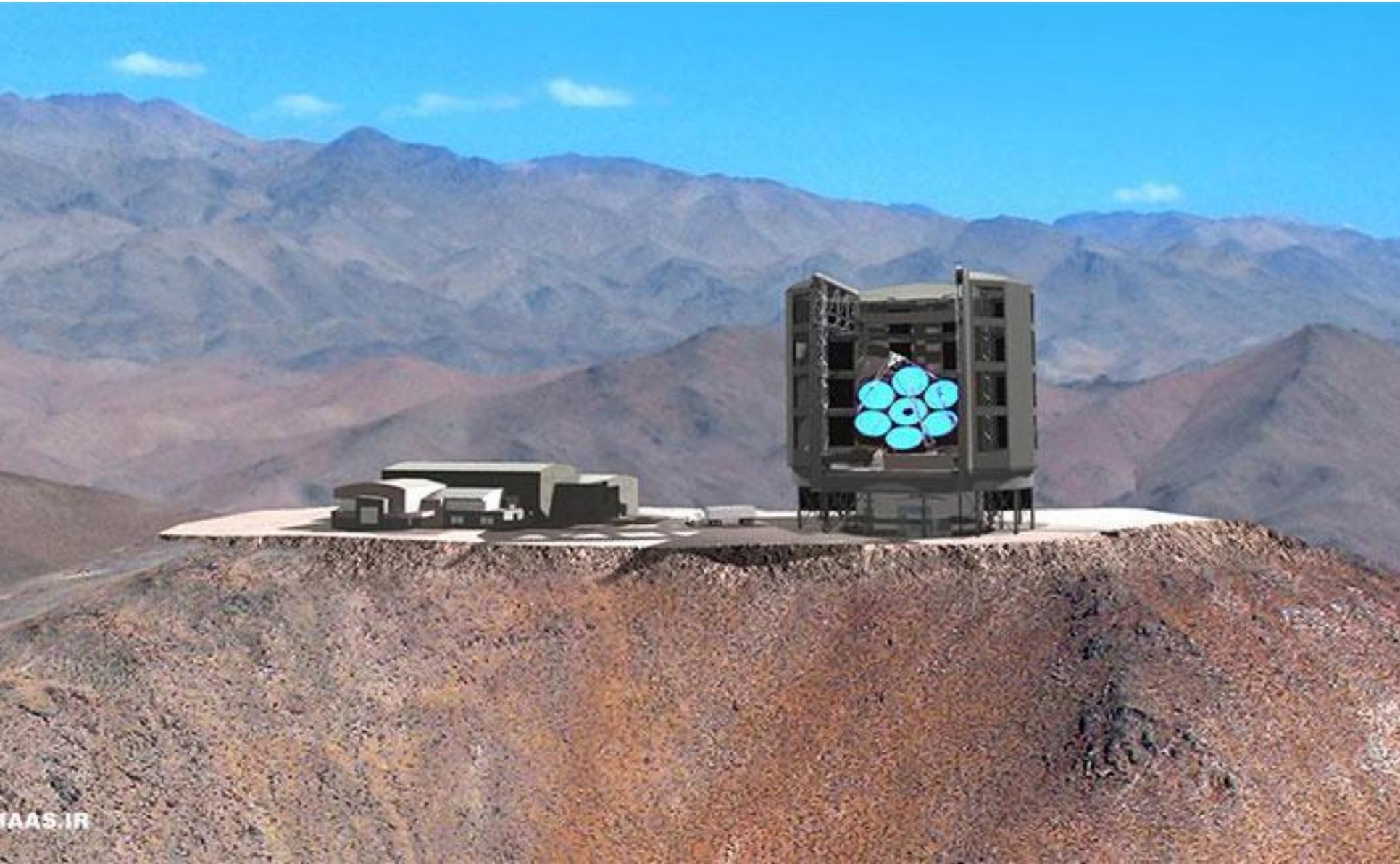
Las Campanas

USA

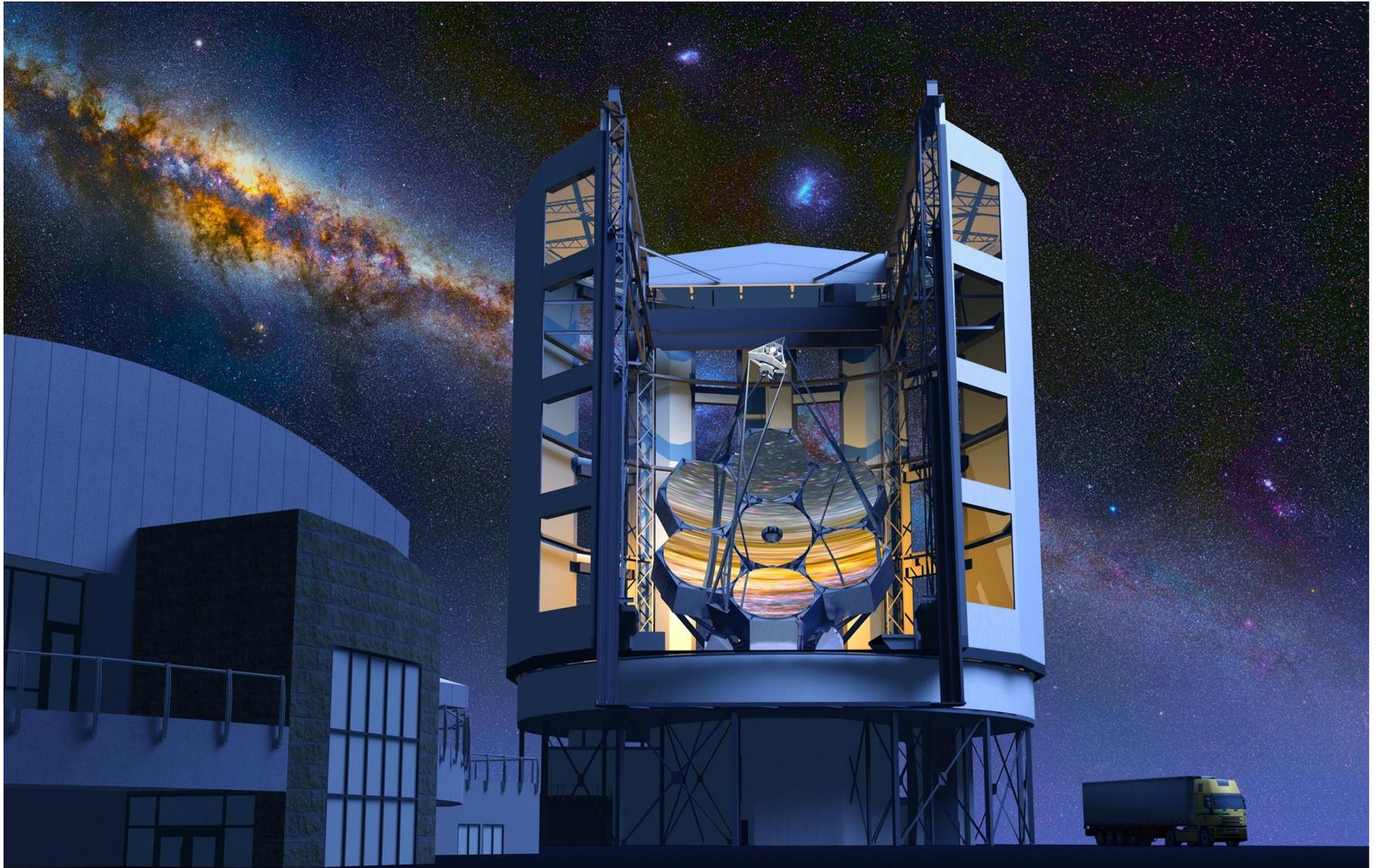
Las Campanas



GMT (Las Campanas)



GMT (Las Campanas)



GMT (Las Campanas)

Первый свет: 2020

7 зеркал $D = 8,4$ м (сотовые)

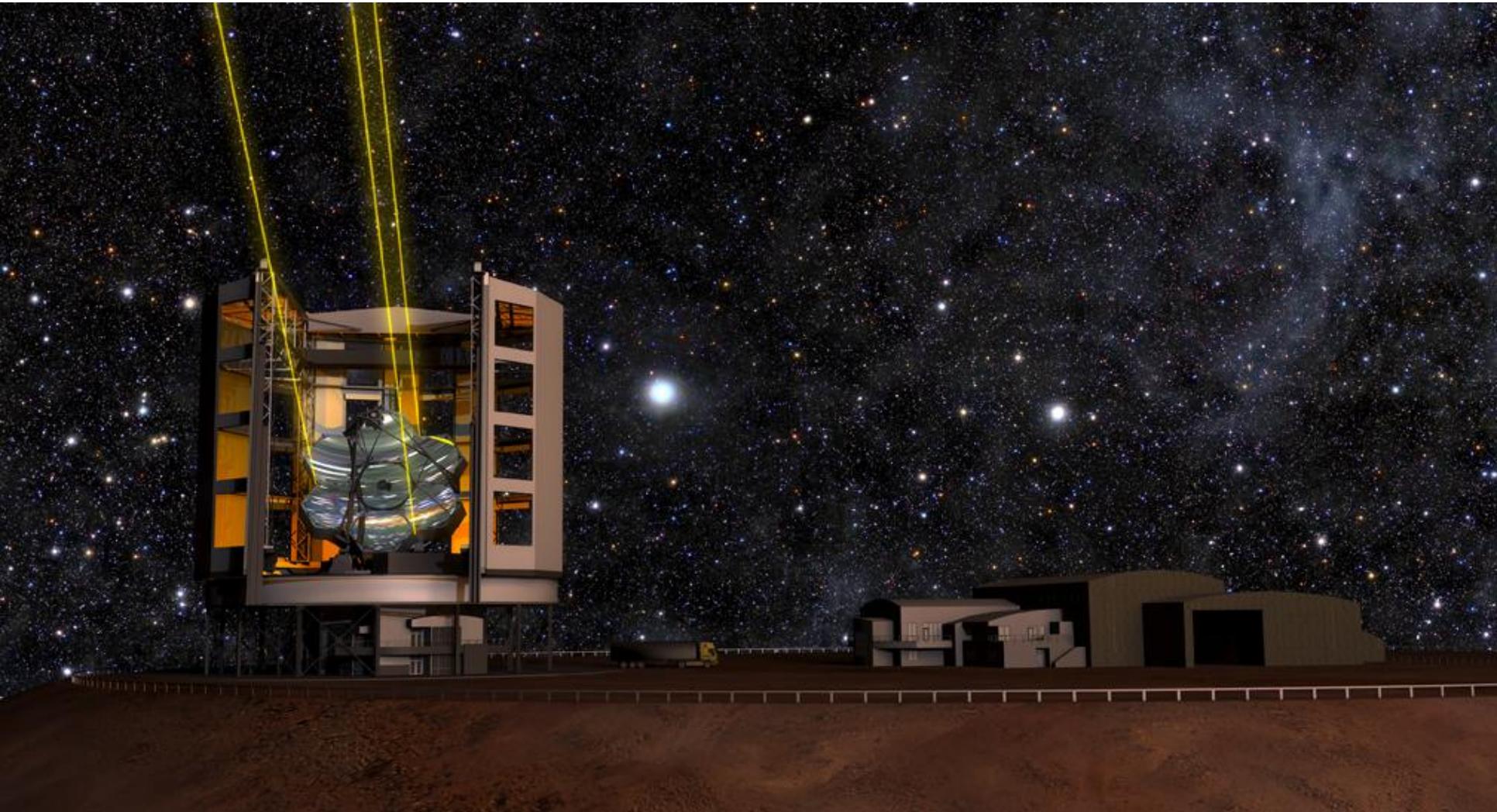
(эквивалентный диаметр 24,5 м)

Отлито уже 4 зеркала

Точность полировки 25 нм

Чили, 2516 м

GMT (Las Campanas)



TMT (Mauna Kea)

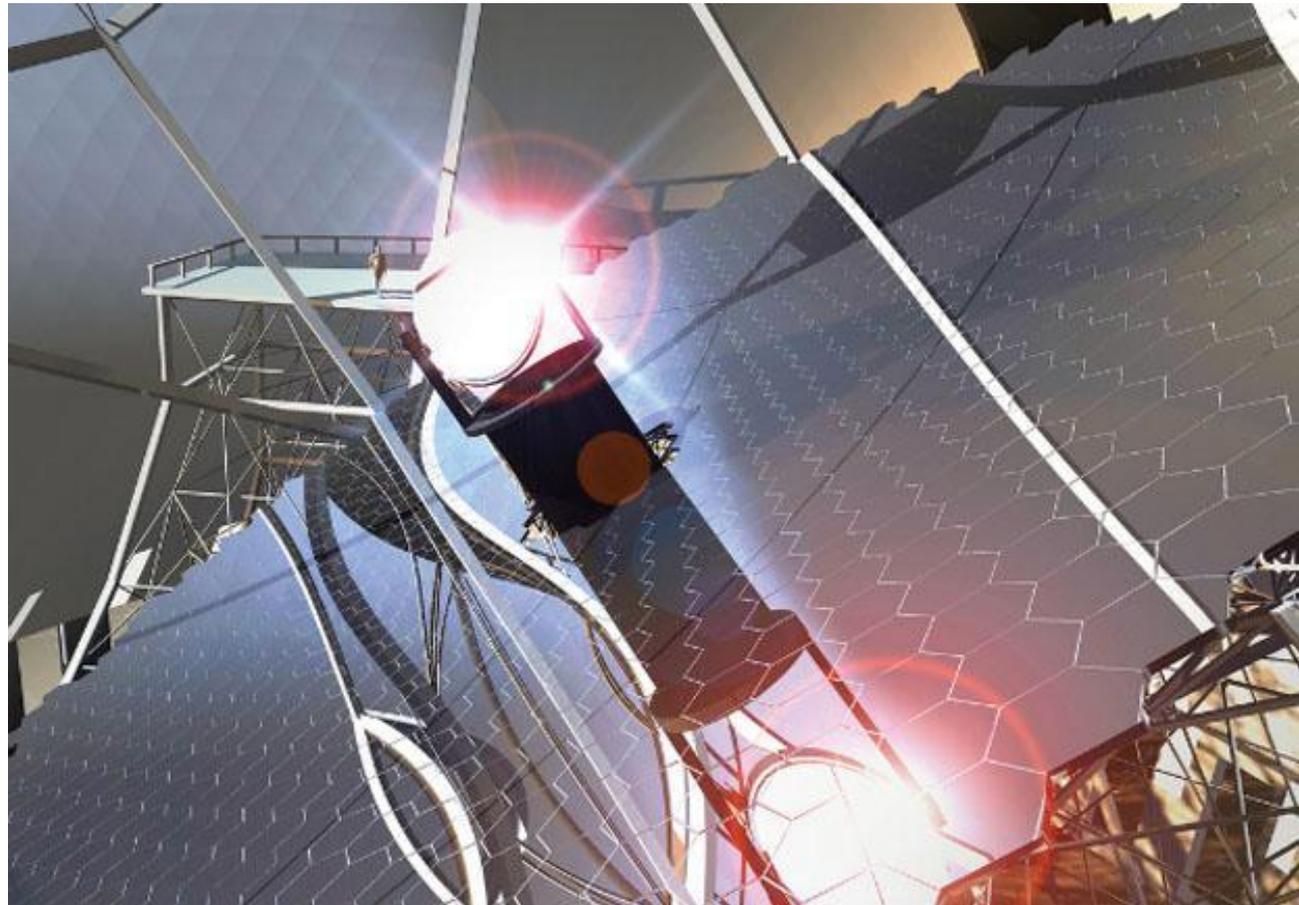


TMT (Mauna Kea)

Первый свет:
2022

По схеме НЕТ

1 000 M\$
USA



E-ELT (Paranal)



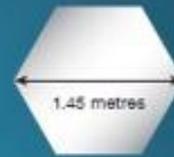
E-ELT (Paranal)

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.

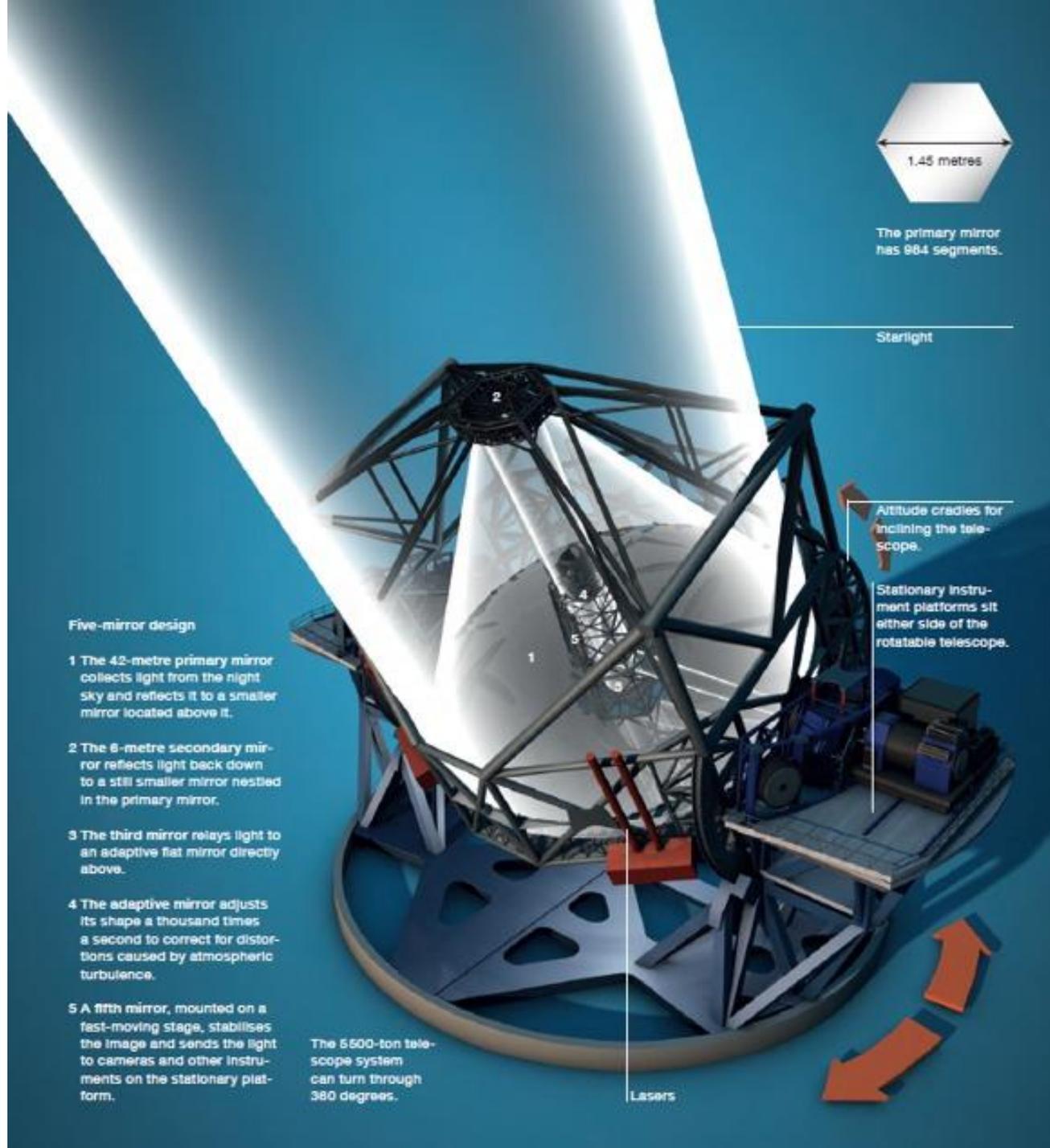
Stationary instrument platforms sit either side of the rotatable telescope.

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 nested 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)

Gaia
Earth-Sun L2 point (2014)

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

Hubble Space Telescope
Low Earth Orbit (1990)

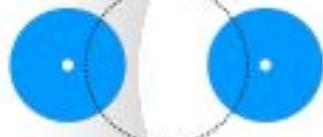


Tennis court at the same scale

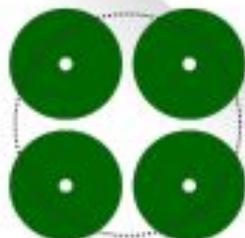
Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope
Hebel, China (2009)



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)

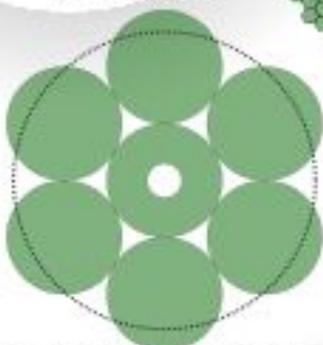
Gran Telescopio Canarias
La Palma, Canary Islands, Spain (2007)



Southern African Large Telescope
Sutherland, South Africa (2005)



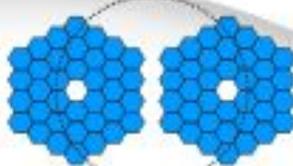
Large Synoptic Survey Telescope
El Peñón, Chile (planned 2020)



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)



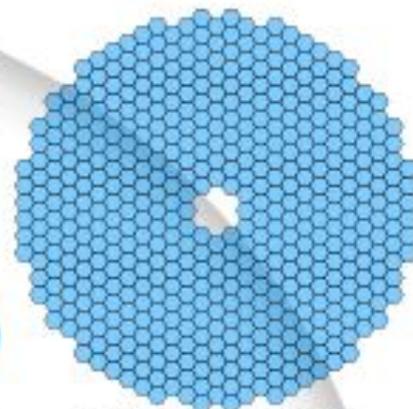
Gemini North
Mauna Kea, Hawaii (1999)



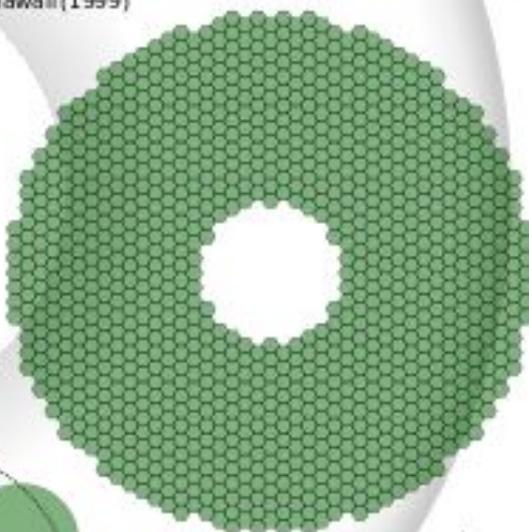
Gemini South
Cerro Pachón, Chile (2000)



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