

## ЗАДАЧИ ТЕЛЕСКОПА ИМЕНИ ДЖЕЙМСА УЭББА:

1. Обнаружение новых звезд и галактик.
2. Изучение этапов формирования и развития галактик.
3. Наблюдение за процессом формирования звезд и планет.
4. Определение характера атмосферы экзопланет.

# «ХАББЛ» СДАЕТ

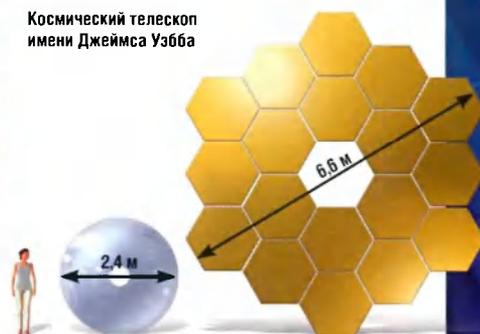
Космический телескоп «Хаббл» скоро отправится на пенсию, а его преемником станет телескоп имени Джеймса Уэбба. В 2015 году он будет запущен в космос на 1,5 млн км от Земли. Расстояние настолько велико, что об исправлении возможных неисправностей после запуска говорить не приходится, поэтому сейчас все детали телескопа проходят тщательные испытания



## Размер увеличился в шесть раз

Диаметр главного зеркала телескопа имени Джеймса Уэбба достигает 6,6 м, его площадь – 25 кв. м. Для сравнения: диаметр главного зеркала телескопа «Хаббл» – 2,4 м, площадь – 4,5 кв. м. От площади напрямую зависит способность улавливания слабого излучения удаленных объектов, в этом отношении «Уэбб» почти вшестеро мощнее своего предшественника.

Космический телескоп  
имени Джеймса Уэбба



Телескоп «Хаббл»

# ВАХТУ «УЭББУ»

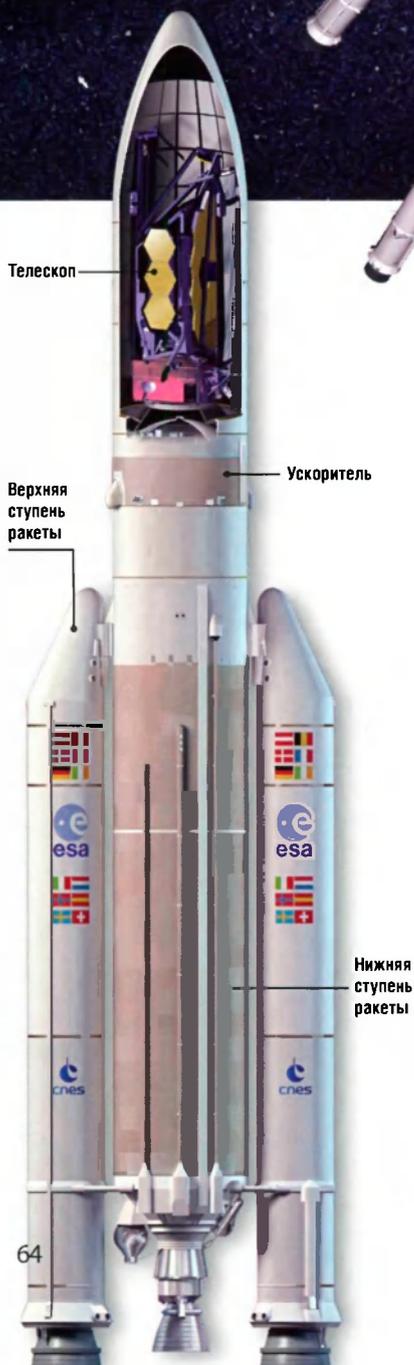
# ВЫХОД НА ОРБИТУ

До вывода на орбиту телескоп будет находиться в сложенном виде на ракете ЕКА «Ариан-5», запуск которой будет осуществлен с космодрома Куру во Французской Гвиане (Южная Америка)

**1.** Главное зеркало состоит из 18 зеркал меньшего размера. Шесть из них – складные.

**2.** Ракета-носитель состоит из двух ускорителей и двух ступеней. Нижняя ступень и два ускорителя придадут верхней ступени с телескопом на борту максимальную скорость. Выполнив свою задачу на высоте нескольких сотен километров, эта часть конструкции отстыкуется и упадет в океан. Верхняя ступень запустит телескоп при расстыковке.

**3.** Телескоп будет самостоятельно парить в космическом пространстве. При приближении к месту назначения он развернется.



**В** США проходит испытания уникальный космический телескоп Джеймса Уэбба, которому предстоит отправиться в космос, преодолев расстояние 1,5 млн км от Земли. В 2015 году он заменит своего знаменитого предшественника – космический телескоп «Хаббл», став его достойным преемником благодаря зеркалу, в шесть раз превосходящему по размерам зеркало «Хаббла».

Роль нового флагмана астрономии телескопу Уэбба предстоит играть как минимум в течение пятилетки, хотя топлива должно хватить на десятилетие. Астрономы смогут наблюдать объекты, которые светятся в 10 млрд раз слабее, чем самые тусклые звезды, видимые без телескопа. Они смогут увидеть звезды и галактики, которые были свидетелями младенчества Вселенной, а также определить химический состав атмосфер планет, вращающихся вокруг далеких звезд.

Создать уникальнейшую конструкцию и запустить ее в такие дали – задача не из легких. Телескоп Уэбба, или орбитальная инфракрасная обсерватория, – масштабный проект. В его создании участвуют более 2 тыс. специалистов из 14 стран.

Все началось в 1989 году, когда под руководством NASA американцы предложили проект «Космический телескоп следующего поколения» (Next Generation Space Telescope). Диаметр главного зеркала планировался не меньше 8 м, но в 2001 году амбиции пришлось умерить и остановиться на 6,6 м.

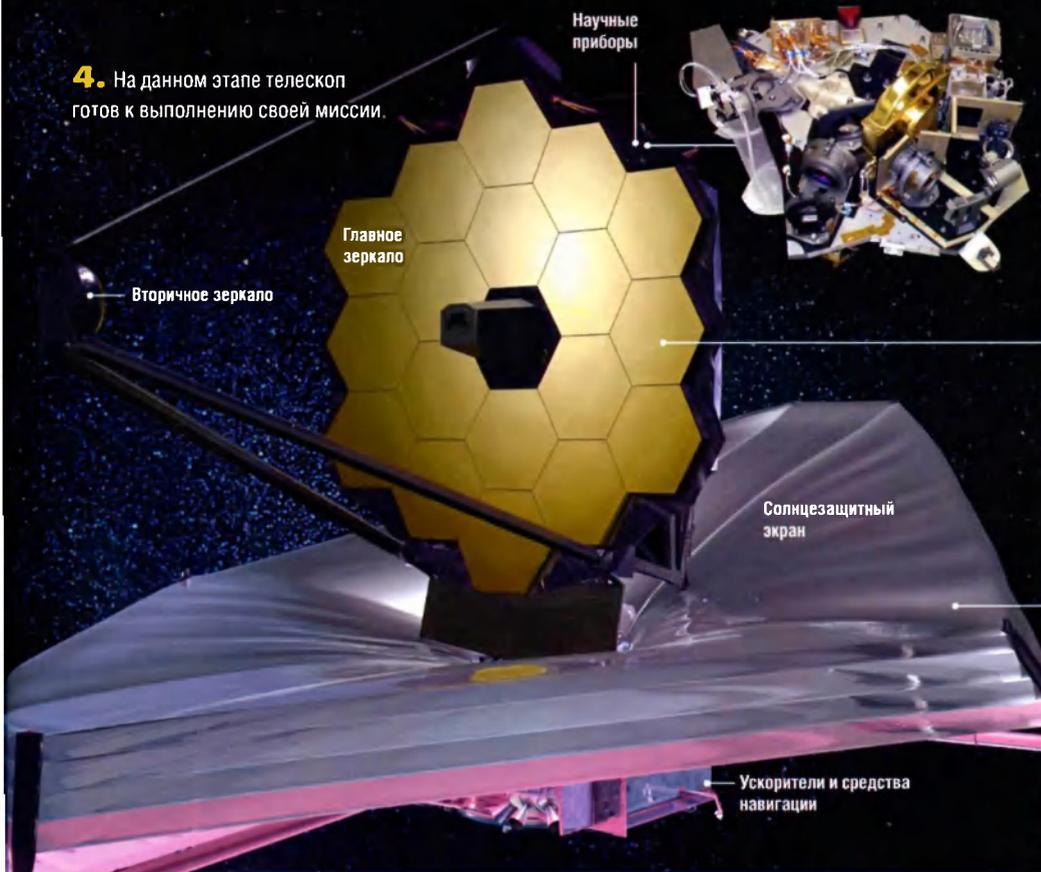
Работы по созданию зеркал и инструментов для телескопа не прекращались ни на день. В 2005-м стало ясно, что без Европейского космического агентства (ЕКА) не обойтись: для доставки телескопа весом 6500 кг в космос требовалась ракета ЕКА «Ариан-5». Позже к проекту присоединились еще несколько участников.

## Зонтик для телескопа

Ученые хотят как можно больше узнать о детстве Вселенной, особенно о том, в какой последовательности и каким образом происходило формирование первых звезд и галактик более 13 млрд лет назад.

Свет первых небесных объектов не воспринимается с помощью обычных телескопов. За миллиарды лет Вселенная расширилась, излучение звезд сместилось, длина волны света постоянно увеличивается, происходит

**4.** На данном этапе телескоп готов к выполнению своей миссии.



**NIRCam** – камера ближнего инфракрасного диапазона, предназначенная для наблюдения за инфракрасным светом, все еще проходит испытания



**Зеркала шлифуют, юстируют и золотят**



**Модель солнцезащитного экрана в масштабе 1:3**

так называемое красное смещение, то есть излучение первых звезд можно обнаружить в инфракрасном диапазоне как тепловое излучение, а не как видимый свет.

Это несколько озадачивает ученых, поскольку тепло испускают все объекты. Чем горячее объект, тем выше его инфракрасное излучение. И телескоп не исключение. Чтобы измерить едва уловимые излучения очень удаленных объектов, необходимо принять все меры, чтобы измерениям не помешало тепловое излучение от самого телескопа.

«Джеймс Уэбб» полетит в космос под прикрытием «звездного зонта». Его щит в форме гигантского цветка укроет телескоп от звездного излучения.

Солнцезащитный экран напоминает по размерам теннисный корт. Огромный зонт площадью 150 кв. м будет состоять из пяти слоев полиамидной пленки, каждый из которых не толще человеческого волоса. Шесть лет эту пленку испытывали на прочность, зато сегодня она может устоять против бомбардировки микрометеоритами. Три внутренних слоя покроют ультратонким слоем алюминия, а два внешних обработают кремниевым сплавом. Солнцеза-

щитный экран будет функционировать по принципу зеркала, отражая излучение Солнца обратно в космос. Для наглядности представьте, что телескоп смазали кремом с солнцезащитным фактором 1,2 млн.

В тех областях космоса, где воздействие солнечного излучения слабое,



**Проверка солнцезащитного экрана на разворачивание**

настолько холодно, что в течение первого полугодия телескоп будет охлаждаться до температуры ниже  $-225^{\circ}\text{C}$ . Но она слишком высока для MIRI – прибора для наблюдений в среднем инфракрасном диапазоне (Mid-Infrared Instrument), состоящего из камеры, коронографа и спектрометра. MIRI придется охлаждать дополнительно с помощью холодильного оборудования на основе гелия. Лучше всего прибор работает при температуре  $-266^{\circ}\text{C}$ , всего на  $7^{\circ}\text{C}$  выше абсолютного нуля.

### Дорога ведет к Лагранжу

Необходимость функционирования при низких температурах – главная причина, по которой телескоп Уэбба нельзя запустить на околоземную орбиту. Даже при наличии солнцезащиты инфракрасным детекторам будет мешать излучение самой Земли.

Астрономам пришлось искать такую точку, где защитный экран сумел бы противостоять излучению и Солнца, и Земли.

Такая точка была найдена, специалисты называют ее точкой L2 (точка Лагранжа-2 в системе Солнце – Земля).

L2 находится на расстоянии 1,5 млн км от Земли, здесь можно ▶

## Конечный пункт – точка L2

В атмосфере Земли создаются помехи, затрудняющие прием четких изображений наземными обсерваториями. Свет от небесных тел меняет траекторию, проходя через различные атмосферные слои. Хотя эти искажения можно корректировать, различить наиболее древние и наиболее удаленные от Земли объекты Вселенной невозможно. Приходится отслеживать тепловое излучение, и проблема заключается в том, что атмосфера сама по себе имеет высокую температуру. Чтобы фиксировать длины волн более 2,5 мкм, необходимо запустить телескоп в космос. Телескоп Уэбба будет находиться в зоне, называемой точкой Лагранжа-2, или L2, которая находится в 1,5 млн км от Земли в направлении к Солнцу. Здесь можно скрыться от фонового излучения.



Космический телескоп имени Джеймса Уэбба

В открытом космосе холодно, поэтому тестирование зеркал проходит в морозильной камере с температурой около 250 °С

► одновременно развернуться спиной к Земле, Солнцу и Луне. За год, который уйдет на один оборот вокруг Солнца, телескоп сможет обозреть все небесное пространство. Кроме того, удержание спутника близ точки L2 потребует не так уж много топлива. Недостатком точки L2 является ее удаленность. И здесь неудачный опыт с телескопом «Хаббл» заставляет ученых, конструкторов и испытателей быть предельно внимательными, чтобы не допустить ни одной ошибки.

### Зеркала покрывают слоем золота

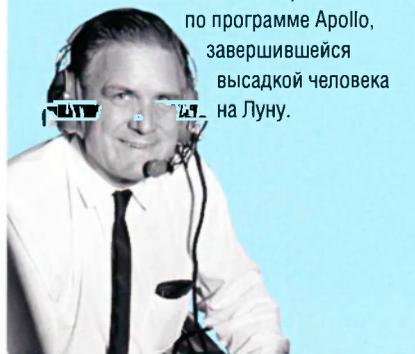
«Хаббл» с самого начала имел дефект. Его зеркало перешлифовали, сделав чересчур плоским, что, соответственно, приводило к абберрации изображений. Дефект был устранен силами астронавтов шаттла «Индевор», установивших в 1993 году новые приборы.

Но телескоп Уэбба будет работать на расстоянии, в 2,5 тыс. раз превышающем то, на котором работал «Хаббл», и почти в четыре раза превышающем удаленность Луны от Земли, что означает невозможность устранения каких бы то ни было неисправностей. Как только он уйдет в космос, путь назад будет отрезан. Поэтому специалисты крайне осторожны при конструировании и тестировании деталей телескопа, в частности, при юстировке зер-

кал. Главное зеркало диаметром 6,6 м не поместится ни на одном из существующих космических аппаратов. Поэтому оно должно быть составлено из более мелких деталей, чтобы могло легко складываться. Телескоп состоит

### Стоит знать

Большинство телескопов названы в честь астрономов и физиков: «Хаббл», «Планк», «Гершель», «Кеплер». А телескоп Джеймса Уэбба (James Webb) носит имя бывшего руководителя NASA. Джеймс Уэбб (1906–1992) возглавлял Национальное управление США по аэронавтике и исследованию космического пространства с 1961 по 1968 год, и при нем были выполнены основные работы по программе Apollo, завершившейся высадкой человека на Луну.



из 18 гексагональных зеркал меньшего размера, с длиной сторон 1,32 м. Зеркала выполнены из легкого и прочного металла бериллия и сохраняют форму даже при комнатной температуре. Каждое из 18 зеркал, плюс три резервных, весит около 20 кг. Как говорится, почувствуйте разницу между ними и тонной, которую весит 2,4-метровое зеркало «Хаббла».

Зеркала шлифуются и полируются с точностью до 20 нанометров, то есть 20 миллионных долей миллиметра. Звездный свет будет отражаться главным зеркалом на вторичное, установленное над ним, которое при необходимости может регулироваться. Через отверстие в центре главного зеркала свет вновь будет отражаться – уже на приборы.

Отшлифованные зеркала помещаются в гигантскую морозильную камеру NASA, где созданы космические условия – лютый холод и вакуум. Снизив температуру до –250 °С, специалисты должны убедиться в том, что зеркала примут ожидаемую форму. Затем их вновь отшлифуют в соответствии с данными, полученными в ходе испытаний.

Следующим этапом станет золочение. На первый взгляд идея золотых зеркал может показаться странной, но она оправдана, так как золото пре-

красно отражает инфракрасные лучи. Далее зеркала снова заморозят, они пройдут финальную проверку, после чего телескоп снова соберут и протестируют вновь, подвергнув воздействию вибраций и звуков, аналогичных тем, которые будут иметь место при запуске.

### **Цель – дыры, туманности и экзопланеты**

Поскольку золото поглощает излучение синей части спектра видимого света, телескоп Уэбба не сможет сфотографировать небесные объекты такими, какими они воспринимаются невооруженным глазом. Поэтому на снимки того же качества, которые делал «Хаббл», рассчитывать не придется. Зато сверхчувствительные датчики MIRI, NIRCам, NIRSпес и FGS-TFI могут обнаружить инфракрасный свет с длинами волн от 0,6 до 28 мкм, что позволит сфотографировать первые звезды и галактики, образовавшиеся в результате Большого взрыва.

Нам не так уж много известно о первых стадиях развития Вселенной. Ученые предполагают, что первые звезды сформировались через несколько сотен миллионов лет после Большого взрыва и что эти гиганты с излучением в миллионы раз сильнее солнечного взорвались как сверхновые. Впрочем, это только предположения, до сих пор их не смог обнаружить ни один телескоп.

В первый миллиард лет истории Вселенной звезды группировались в галактики, и об этом процессе также известно совсем немного. Астрофизики хотят узнать об этом больше, в том числе о роли черных дыр и темной материи в образовании галактик. Данные, полученные с помощью «Джеймса Уэбба», будут иметь для науки поистине бесценное значение.

Новый космический телескоп предназначен не только для наблюдения за самыми удаленными и, следовательно, древними объектами Вселенной. Ученых также интересуют пылевые области галактики, где зарождаются новые звезды. Инфракрасное излучение способно проникать сквозь пыль, и благодаря «Джеймсу Уэббу» астрономы смогут постичь процессы формирования

звезд и сопровождающих их планет, а астрофизики – проанализировать свет, исходящий от небесных тел, и выяснить, из чего они состоят. Дело в том, что различные вещества испускают инфракрасное излучение с различными длинами волн, и это чрезвычайно важный момент при возможном обнаружении датчиками телескопа Джеймса Уэбба экзопланет. Можно будет не только зафиксировать планеты, вращающиеся вокруг звезд, удаленных от нас на бесконеч-

ные световые годы, но и проанализировать свет от экзопланет земного типа с целью определения состава их атмосферы. Например, пары воды и CO<sub>2</sub> посылают специфические сигналы, по которым можно будет установить, есть ли на удаленных от нас планетах жизнь. По количеству газов в атмосфере, например диоксида серы, можно будет обнаружить масштабные вулканические извержения на относительно близких экзопланетах земного типа.



*Шлифовка зеркал*