

Популярная Механика

Сделано в России
ЛЕДОКОЛ-ГИГАНТ

Арктический линкор
"50 лет Победы"

Смыть Америку
за борт
Термоядерная торпеда
Сахарова

Летучий
британец
Сверхскоростной
парусник

Принцип
Одиссея
Ослепляем танк

Точно по
расписанию
Экспресс Земля-Марс

в поисках Новых миров

Освоение ближних и разведка
дальних границ Вселенной

HUBBLE

НЕБЕСНЫЙ ГЛАЗ

Прошлой весной астрономы всего мира отпраздновали юбилей: космическому телескопу «Хаббл» исполнилось пятнадцать лет



Идея орбитального телескопа, судя по всему, впервые пришла в голову одному из отцов-основателей ракетной техники Герману Оберту (1894–1989). В своей книге «Ракеты в космическом пространстве», опубликованной в 1923 году, Оберт предложил поставить телескоп на искусственный спутник, находящийся на геостационарной орбите. А в 1946 году американский астрофизик Лайман Спитцер

АСТРОНОМИЯ

(1914–1997) подготовил для проекта RAND компании Douglas Aircraft обширный доклад «Астрономические преимущества внеземной обсерватории». В этой воистину пророческой работе он не только доказал, что крупные орбитальные телескопы неизмеримо расширят возможности изучения внеземных объектов, но и наметил развернутую программу подобных исследований. Доклад Спитцера



КОСМИЧЕСКИЕ ОФТАЛЬМОЛОГИ
Во время первой ремонтной миссии в 1993 году астрономы NASA скорректировали зрение «Хаббла» и установили некоторые новые научные инструменты

произвел сильное впечатление на начальство проекта и авиастроительной фирмы Douglas... и был немедленно засекречен.

Когда космические полеты стали реальностью, Спитцер начал добиваться практического воплощения своих идей. В немалой степени по его инициативе NASA утвердило первую программу создания автоматических орбитальных обсерваторий, предназначенных для изучения дальнего космоса. В ее рамках были запущены четыре спутника (успешно – всего два, в 1968 и 1972 годах) с приборами для наблюдений в ультрафиолетовых и рентгеновских лучах. Спитцер же мечтал о большем.

тальный телескоп не имел бы этих ограничений, и по расчетам его разрешающая способность должна была составить около одной десятой секунды в видимом спектре и одной двадцатой – в ультрафиолете. И наконец, он позволял наблюдать объекты, нижний порог светимости которых в 50 раз уступал аналогичному показателю лучших земных инструментов. Первоначально у проекта космического телескопа было не слишком много сторонников, но они обладали

1970-х Спитцер и его единомышленники заручились поддержкой не только американского астрономического сообщества и руководителей NASA, но также законодателей и президента США Джеральда Форда”.

Успешному выполнению этих планов способствовало соглашение с Европейским космическим агентством, которое взяло на себя 15% расходов. Первоначально предполагалось вывести на орбиту машину с трехметровым рефлектором, но в конце концов

Телескоп “Хаббл” давно нуждается в серьезном ремонте, но продолжает работать – ведет поиск миров на самом краю видимой Вселенной



В НАДЕЖНЫХ РУКАХ Инженер NASA Эд Вейлер держит в руках макет космического телескопа. Вейлер был руководителем проекта “Хаббл” в самый ответственный момент – во время первой ремонтной миссии в 1993 году

Он понимал, что для подлинно революционных открытий астрономии необходим мощный орбитальный телескоп, работающий в оптическом диапазоне (и соседних с ним).

В те годы разрешающая способность крупнейших земных телескопов не превышала одной угловой секунды (в самых оптимальных условиях – одной половины секунды). Они не позволяли вести наблюдения ни в УФ-, ни в ИК-лучах, сильно поглощаемых и рассеиваемых атмосферой. Орби-



высоким авторитетом и умели им пользоваться. Профессор университета канадской провинции Альберта Роберт Смит, долгое время занимавшийся историей “Хаббла”, рассказал об этом “Популярной механике”: “Лайман Спитцер умел убеждать не только коллег-астрономов, но и чиновников NASA и членов конгресса. Неудивительно, что именно он возглавил комитет по планированию крупного космического телескопа, учрежденный в 1965 году Национальной академией наук США. После четырех лет дискуссий комитет опубликовал доклад, в котором содержались очень серьезные аргументы в пользу запуска телескопа. В середине

восторжествовала концепция более дешевого инструмента с 240-сантиметровым зеркалом, который можно было доставить в космос в грузовом отсеке космического корабля многоразового использования. В каком-то смысле появлению на свет нового телескопа помогло само существование шаттлов – NASA хотело оправдать истраченные на них огромные деньги.

Дети шпионов

В 1977 году конгресс США выделил на космическую обсерваторию \$475 млн., после чего началась шлифовка главного зеркала и изготовление других инструментов. Работу по сборке возглавила аэрокосмическая корпора-

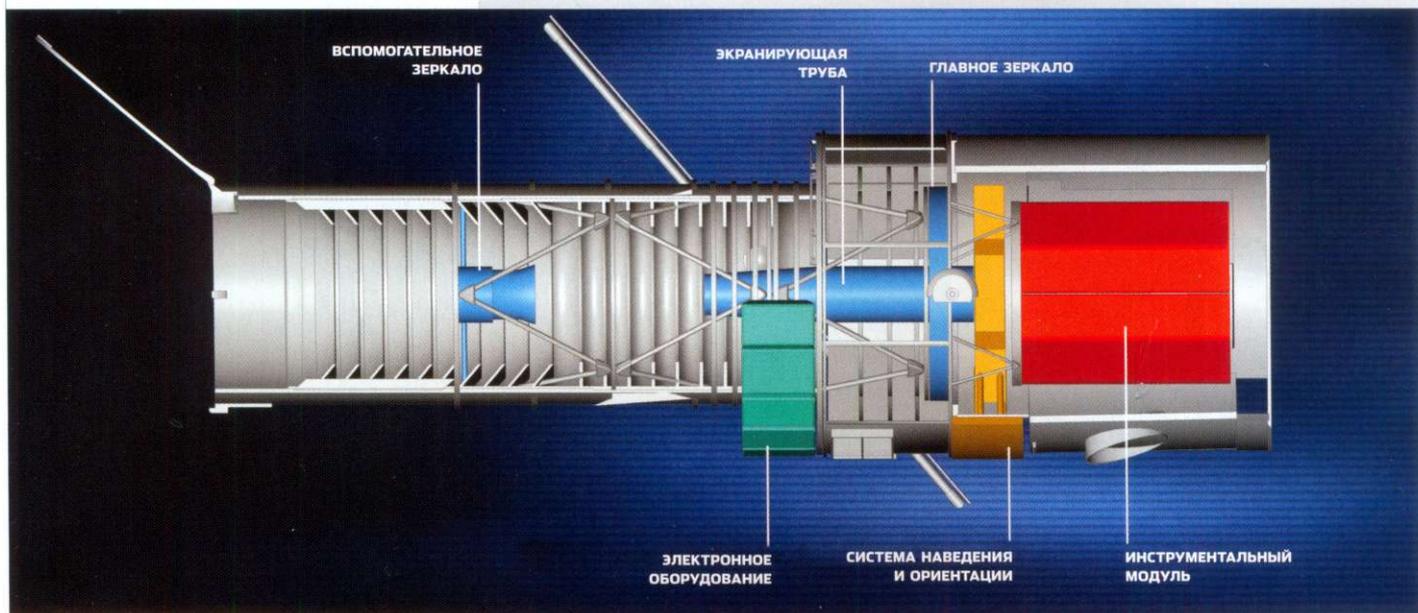
ция Lockheed, телескоп был смонтирован на ее заводе в Саннивейле, одном из городов Силиконовой долины.

Lockheed не случайно стала основным изготовителем "Хаббла". В 70–80-е годы она строила разведывательные спутники КН-11 (KeyHole – "замочная скважина"). Эти тринадцатитонные аппараты были самыми настоящими орбитальными телескопами, но нацеливались они не в глубины космоса, а на поверхность нашей планеты. На борту каждого спутника находился 230-сантиметровый рефлектор, дополненный небольшим вращающимся зеркалом, которое сканировало земную поверхность. Для регистрации изображений впер-

ДВА ЗЕРКАЛА

Оптическая система "Хаббла" представляет собой модификацию схемы телескопа-рефлектора, предложенной в 1672 году французским католическим священником Лораном Кассегреном (1629–1693), преподавателем Шартрского колледжа. Главное вогнутое зеркало отбрасывает световые лучи на соосное выпуклое вспомогательное, откуда они возвращаются, проходят через отверстие в центре основного рефлектора и фокусируются позади него. Использование второго зеркала в несколько раз увеличивает фокусное расстояние инструмента и в то же время делает его более компактным (фокусное расстояние

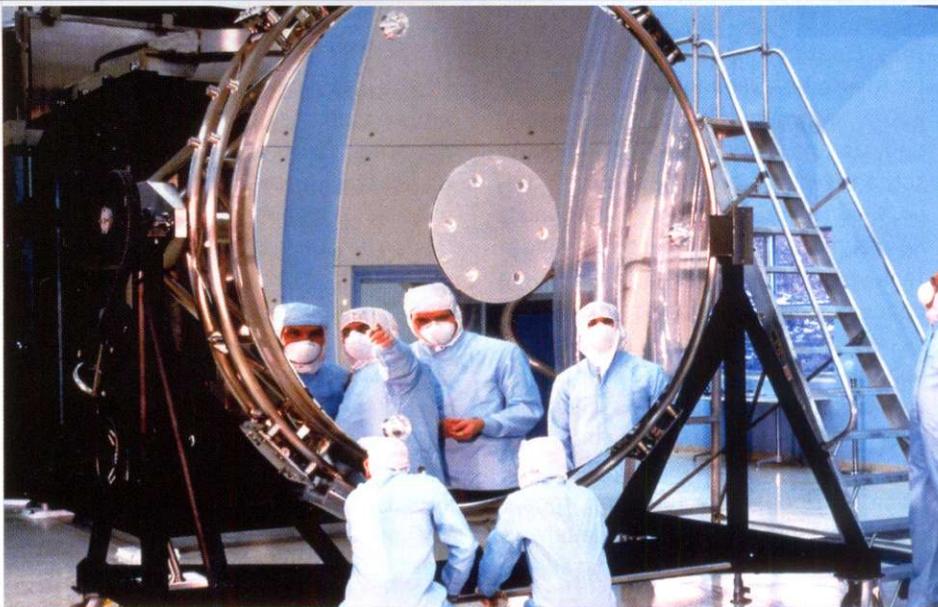
"Хаббла" равно 58 м, а длина всего лишь 13 м). Аналогичную бизеркальную систему в 1663 году изобрел англичанин Джеймс Грегори, но в его конструкции оба зеркала были вогнутыми. В схеме Кассегрена главное зеркало – парабола вращения, а вспомогательное – выпуклый гиперболоид. В начале XX века Джордж Ритчи и Анри Кретьен показали, что качество изображения улучшится, если оба зеркала сделать гиперболическими. Эта конструкция и реализована в космическом телескопе "Хаббл". Кстати, именно Ритчи сконструировал и построил телескоп имени Хукера, на котором работал Эдвин Хаббл.



ГЛАВНАЯ ДЕТАЛЬ Рабочие окончательно проверяют главное зеркало телескопа диаметром 2,4 метра перед установкой в оптическую схему орбитальной обсерватории. Тогда еще никто не знал, что зеркало обработано неправильно

вые использовались фоточувствительные интегральные схемы, позволявшие передавать на Землю оцифрованную информацию в реальном масштабе времени. Точно такие же устройства позднее были установлены и на "Хаббле".

Главные зеркала спутников-шпионов КН-11 поставляла оптическая компания PerkinElmer, которая получила (и фактически провалила – но об этом позже) заказ на зеркало для "Хаббла". Существовал (правда, толь-



ко на бумаге) еще один военный предок космического телескопа – проект пилотируемой космической станции MOL (Manned Orbiting Laboratory), которую в 1960-х Пентагон собирался вывести на околоземную орбиту для сбора развединформации. Программа MOL так и не состоялась, а вот созданная под нее технология изготовления зеркал космического базирования весьма пригодилась.

Долгострой

Согласно первоначальным планам, первый в мире орбитальный телескоп должен был вступить в строй в 1983

в контейнер 11-тонную обсерваторию перевезли на авиабазу Моффет-Филд, погрузили на военно-транспортный самолет С-5А и под покровом секретности доставили на мыс Канаверал. 29 марта 1990 года ее разместили в грузовом отсеке корабля “Дискавери”, который ушел в космос 24 апреля. На следующий день, на 14-м витке шаттла, астронавты отправили обсерваторию в свободный полет. 20 мая “Хаббл” передал на Землю первый снимок космического объекта NGC 3532 – мелкого звездного скопления из нашей Галактики, отстоящего от Солнца на 1300 световых лет.

Его центральная зона примерно соответствовала заданной гиперболической геометрии, однако на периферии оно оказалось чуть менее вогнутым, нежели требовалось. Сама по себе эта погрешность была ничтожной (менее 2 мкм), но и этого хватило для возникновения значительной сферической аберрации.

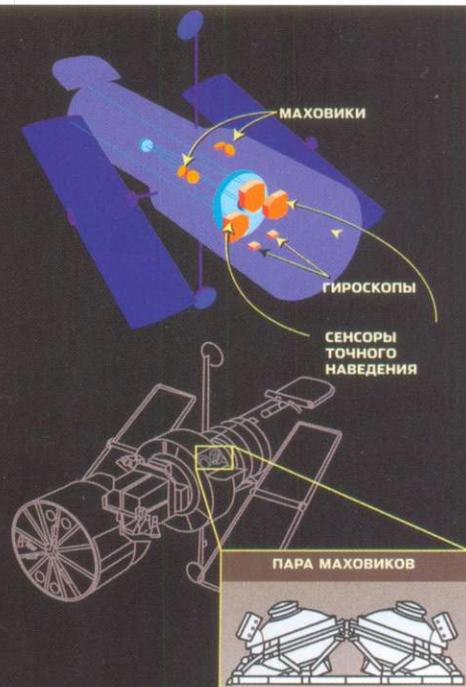
Скупой платит дважды

Виноватых обнаружили быстро. Оказалось, что техники PerkinElmer контролировали точность шлифовки лазерным интерферометром с неправильно установленными линзами.



СИСТЕМА НАВЕДЕНИЯ

Для ориентации “Хаббл” использует гироскопы и слежение за опорными звездами. А для поворота – пары маховиков (реактивные двигатели не подходят, их выхлоп разьедает покрытие зеркал)



году. Однако в намеченные сроки его не только не вывели на орбиту, но даже не построили. Запуск заменили на церемонию “крещения” – именно тогда телескопу присвоили имя Эдвина Хаббла. NASA к тому же пришлось не раз просить у конгресса дополнительных ассигнований на завершение проекта. В конечном счете разработка, изготовление и запуск “Хаббла” обошлись без малого в \$2 млрд.

“Хаббл” имел все шансы отправиться в космос в 1986 году, но старт отложили из-за катастрофы “Челленджера”. Разобранный телескоп пролежал на заводе в Саннивейле еще три года. В октябре 1989-го упрятанную

Об этом событии NASA сообщило с большой помпой, хотя на самом деле радоваться было еще рано. Космические картинки не были достаточно резкими, и специалистам никак не удавалось увеличить их четкость. Поначалу эту информацию скрывали от публики, но 27 июня руководство NASA предало ее гласности на пресс-конференции. О конфузе немедленно и с немалым ехидством заговорила мировая пресса. Дорогостоящий проект, от которого ждали великих астрономических открытий, грозил обернуться полным провалом.

Причиной неполадок оказался дефект шлифовки главного зеркала.

Неисправный прибор зависил кривизну зеркала, и его перешлифовали, сделав чересчур плоским. Любопытно, что PerkinElmer получила от NASA контракт на изготовление зеркала прежде всего потому, что запросила на \$30 млн. меньше, чем ее основной конкурент, компания Kodak, включившая в стоимость проекта дополнительный всесторонний контроль качества рефлектора. Начальство NASA клюнуло на дешевизну, но заплатить пришлось намного больше – PerkinElmer в итоге требовала с федеральной казны \$450 млн. (в шесть раз больше первоначальной стоимости контракта!).

Эдвин Пауэлл Хаббл (1899–1953) родился в городке Маршфилд (штат Миссури). В возрасте 21 года он закончил Чикагский университет со степенью бакалавра по математике и астрономии. По настоянию отца Хаббл изучал право в Оксфордском университете, а по возвращении в США посвятил год адвокатской практике, однако природная склонность к научным исследованиям взяла свое. В 1914 году он поступил в аспирантуру при Йеркской обсерватории, через три года защитился и был приглашен работать в калифорнийскую обсерваторию Маунт-Вилсон. Эта обсерватория располагала парой самых современных зеркальных телескопов. 150-сантиметровый рефлектор был введен в эксплуатацию в 1908 году, а в 1917-м было закончено сооружение 250-сантиметрового телескопа имени Хукера, который до 1948 года оставался крупнейшим в мире.

В начале 1920-х Харлоу Шепли с помощью полутораметрового рефлектора определил размеры нашей Галактики – Млечного Пути (он оценил это значение в 300 тысяч световых лет, хотя сейчас считается верным значение 90 тысяч) и доказал, что наше Солнце расположено далеко от ее центра. Коперник лишил Землю статуса центра мироздания, отдав его Солнцу; Шепли поступил так же по отношению к нашему светилу. Хаббл совершил очередной революционный прорыв, доказав, что наша Галактика – всего лишь одна из многих. В 1923–1924 годах, проводя исследования с помощью 250-сантиметрового телескопа, он вычислил расстояние до туманности Андромеды – 900 тысяч световых лет (позже было доказано, что оно в два с половиной раза больше). Даже используя оценку Шепли диаметра нашей Галактики, невозможно было не понять, что Андромеда и Млечный Путь – равноправные звездные скопления. Вскоре Хаббл идентифицировал еще две самостоятельные галактики – M33 и NGC 6822. Тем самым подтвердилась гипотеза о существовании внегалактических “звездных островов”, выдвинутая в 1775 году Иммануилом Кантом. До Хаббла к аналогичным выводам пришли американец Эбер Кёртис и швед Кнут Лундмарк, од-

нако их аргументы были неубедительны. В 1925 году Хаббл и Шепли выяснили, что Млечный Путь и туманность Андромеды являются членами скопления галактик, названного Местной группой. Но свое главное открытие Хаббл сделал в 1929 году. Он доказал, что галактики разбегаются по всем направлениям, причем скорость их разлета пропорцио-

Малоприятные последствия дефекта шлифовки основного зеркала можно было до некоторой степени нейтрализовать за счет снижения светочувствительности телескопа. Для этого в его электронные фотокамеры следовало посылать только свет, отраженный от центра зеркала, и совершенствовать оцифрованные изображения с помощью корректирующих компьютерных программ, однако при

Закон Хаббла справедливо считается величайшим достижением астрономии XX века. Не зря имя ученого присвоили орбитальному телескопу



этом терялось более 80% прошедшего через апертуру света. Это сводило к нулю основное достоинство космического телескопа – способность фотографировать очень тусклые космические объекты, и качество снимков с “Хаббла” было ненамного лучшим, чем у крупнейших земных телескопов.

Очки для телескопа

Но специалисты нашли выход. “Хаббл” несет пять астрономических приборов: широкоугольную фотокамеру, способную осуществлять обзорные съемки

и работать в режиме наблюдения планет, камеру для съемки тусклых объектов, два спектрографа и высокоскоростной фотометр. Эксперты рекомендовали заменить основную фотокамеру на аналогичную модель с модифицированной оптикой, исправляющей сферическую абберацию. В этих же целях было решено оснастить “Хаббл” зеркальным оптическим преобразователем COSTAR, позволяющим улучшить работу спектрографов и камеры для съемки слабосветящихся объектов. Для его размещения потребовалось убрать

нальна расстоянию до Солнечной системы. Это утверждение составляет знаменитый закон Хаббла. Сегодня мы знаем, что разлет галактик свидетельствует о расширении Вселенной, но эта интерпретация, с которой Хаббл до конца жизни так и не примирился, стала общепринятой лишь во второй половине прошлого века после появления теории Большого Взрыва. Закон Хаббла справедливо считается величайшим достижением астрономии XX века. Так что не стоит удивляться, что имя этого ученого присвоили первому многоцелевому орбитальному телескопу.

фотометр, но другого выхода все равно не было.

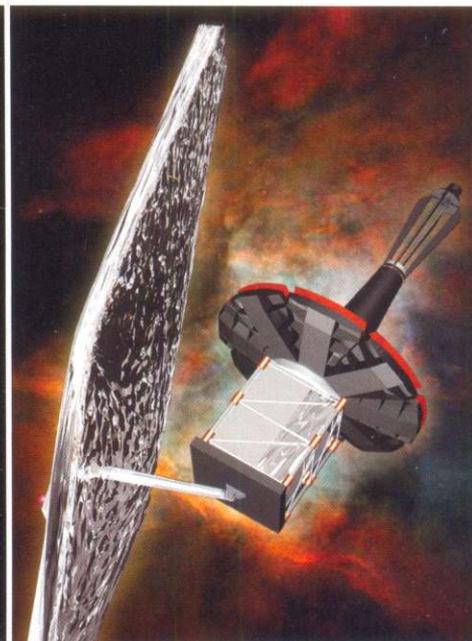
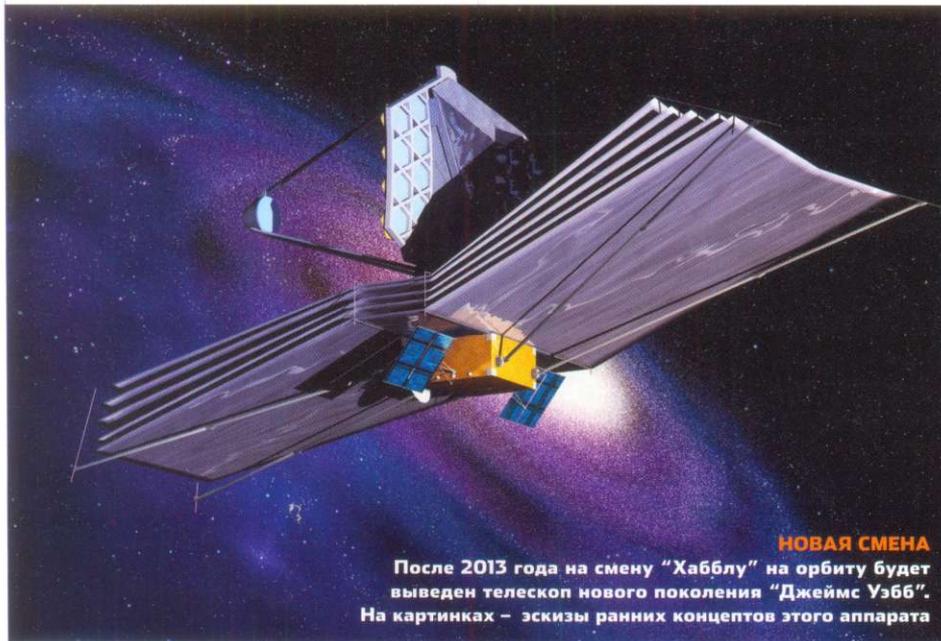
Новую аппаратуру нужно было изготовить и отъюстировать, а это требовало времени. Более того, ее могли установить лишь инженеры-астронавты, а у трех шаттлов и так хватало работы. Поэтому еще более трех лет "Хаббл" проработал в нештатном режиме.

К декабрю 1993 года у телескопа начали "барахлить" солнечные панели и отказали два банка электронной памяти и три гироскопа системы ориентации. Поэтому ремонт отнюдь не

2004-го из-за неисправностей в системе питания отказал спектрограф. Плановое техобслуживание намечалось провести в феврале 2005-го, однако доставить ремонтную бригаду к телескопу было нечем: после гибели "Колумбии" (1 февраля 2003 года) все запуски шаттлов были отменены.

Существует и более серьезная проблема. "Хаббл" ориентируется в пространстве с помощью гироскопов, которые, увы, не вечны. Телескоп стабилизировали 3 "волчка", однако для пущей сохранности один из них 28 ав-

по крайней мере два гироскопа сохраняют работоспособность, составляет всего 50%. Сейчас мы пытаемся разработать метод нацеливания телескопа с помощью единственного гироскопа, но получится ли это, пока не ясно". "Хаббл" нуждается и в новых аккумуляторах: емкость старых постепенно сокращается и уже через четыре года они не смогут обеспечить телескоп необходимой энергией. Хотелось бы также оснастить его новой широкоугольной камерой и новым ультрафиолетовым спектрографом. Если удастся



ограничился заменой астрономической аппаратуры. Работы, выполненные экипажем космического корабля "Индевер", заняли в общей сложности 35 часов, но зато после этого "Хаббл" впервые "прозрел".

Позднее "Хаббл" модернизировали еще трижды – в 1997, 1999 и 2002 годах. Он получил новые спектрометры, гироскопы и запоминающие устройства, более мощный бортовой компьютер, а также сверхсовременную камеру для обзорных съемок, позволяющую вести наблюдения в спектральном диапазоне от ближней инфракрасной зоны до ультрафиолета.

Долгая вахта

Еще несколько лет назад специалисты предполагали, что "Хаббл" прослужит вплоть до 2010 года. Но в августе

густа 2005 года перевели в пассивный режим. Есть реальная опасность, что к 2008 году у "Хаббл" останется лишь один действующий гироскоп, и тогда телескоп, скорее всего, станет совершенно бесполезным. Для исправления этой ситуации необходим пятый по счету сеанс техобслуживания, но вот состоится ли он – вопрос открытый. "Руководство NASA не исключает очередной модернизации 'Хаббла', но говорить о ней пока преждевременно. Полеты шаттлов возобновятся не раньше мая 2006 года. Если первые запуски пройдут гладко, появится шанс и на отправку корабля к 'Хаббл', – говорит руководитель научной программы "Хаббла" Дэвид Лекрон. – В первую очередь придется привести в порядок систему ориентации. Вероятность того, что к середине 2008 года

провести пятый ремонт, "Хаббл", скорее всего, сможет функционировать вплоть до запуска своего преемника, космического телескопа "Джеймс Уэбб", который будет выведен на орбиту не раньше середины 2013 года".

Орбитальный телескоп "Хаббл" уже отправил на Землю свыше семисот тысяч изображений различных космических объектов. Эта информация оказалась крайне важной для астрономии, астрофизики и космологии: с ее помощью было установлено присутствие сверхмассивных черных дыр в галактических ядрах и доказано, что Вселенная расширяется с возрастающей скоростью. Но "Хаббл" все еще продолжает трудиться – он ведет поиск миров на самом краю видимой Вселенной.

ПМ
Алексей Левин