

«ХАББЛ»: 15 ЛЕТ ОТКРЫТИЙ

С видеоприложением «„Хаббл“: 15 лет открытий» вы отправитесь в путешествие, которое увенчается галереей великолепных фотографий и невероятных открытий, сделанных космическим телескопом «Хаббл».

DVD-приложение к этому специальному выпуску развеет ваши романтические представления о безмятежности космоса и сформирует новые убеждения об истинной силе и энергии Вселенной.

Ошеломляющие фото, полученные космическим телескопом «Хаббл», в сочетании с современной 3D-анимацией и рисунками художников создают видеоряд поразительной красоты, которая диссонирует с жестокими катаклизмами в нашей Вселенной.

ИСТОРИЯ «ХАББЛА»

Рассказ о «Хаббле» ведет Боб Фосбери (см. «Звезды космоса»): вы услышите историю создания телескопа и его запуска в космос на борту космического шаттла «Дискавери», а также о первых ценнейших снимках, которые помогли нам кардинально изменить представление о нашем месте во Вселенной.

Первые две части фильма на DVD посвящены истории создания космического телескопа «Хаббл» совместными усилиями специалистов НАСА и ЕКА. Вы узнаете все об истоках проекта первого космического телескопа, о его четырех ремонтах и изучите приборы, которые позволяют получать уникальные изображения.

«ХАББЛ» НА ОРБИТЕ

На рисунке изображен космический телескоп «Хаббл» перед второй сервисной миссией в 1997 году.

«ИЗОБРАЖЕНИЯ С „ХАББЛА“ – ЭТО МОМЕНТАЛЬНЫЕ СНИМКИ, НА КОТОРЫХ ЗАПЕЧАТЛЕНЫ ОТДЕЛЬНЫЕ МОМЕНТЫ МЕДЛЕННОГО ПРОЦЕССА ЭВОЛЮЦИИ, ДЛЯЩЕГОСЯ НЕСОИЗМЕРИМО БОЛЬШЕ, ЧЕМ НАШИ КРОШЕЧНЫЕ ЖИЗНИ.»

DVD

ТУМАННОСТЬ ОРЕЛ

Эту взмывающую ввысь гору из холодного газа и пыли, возвышающуюся из глубины звездной колыбели примерно на 90 трлн км вверх, запечатлела оптическая камера на борту «Хаббла» в ноябре 2004 года.

Видеосъемка, выполненная экипажами шаттлов, которые проводили ремонтные работы на «Хаббле», еще больше поражает сложностью устройства космического телескопа. Необходимость технического обновления аппарата подарила возможность экипажу шаттла поближе познакомиться с его чувствительными приборами.

ДОСТАВАЯ ДО ЗВЕЗД

Выведенный и установленный на орбите космический телескоп «Хаббл» заглядывает в глубины космоса, регистрирует первозданный свет от звезд и формирует изображения, четкость и резкость которых несопоставимы с любым из наземных телескопов. Благодаря отсутствию разрушительного действия атмосферы Земли на космический свет «Хаббл» оказывается настолько зорким, что способен различать внесолнечные планеты, углубляясь в сверхглубокий космос непрерывно в течение 28 дней за раз, и искать такие ускользающие феномены, как квазары, черные дыры и вспышки гамма-лучей.

«Хаббл» помог нам растолковать некоторые данные о глубоком космосе, продолжая при этом наблюдать за более близкими к нам объектами, пролил свет на смену сезонов на Марсе, полярные сияния на газовых гигантах и влияние комет на наших ближайших соседей.

В ознаменование 15-летия успешной работы «Хаббла» это DVD-приложение предложит вам уникальный шанс увидеть невероятные фотографии, полученные телескопом.

ЗВУК И КАРТИНКА

Работа над графикой Мартина Корнмессера и Корнела Свободы позволила оживить некоторые снимки «Хаббла» в формате 3D.

Фильм на DVD пронесет нас через Столпы созидания к Туманности Омега. Мы станем свидетелями восхитительного взрыва переменной звезды V838 Единорога благодаря тому, что фотографии телескопа удалось превратить в анимационную съемку, которая подарит нам яркие впечатления об истинной красоте взрывающейся звезды. Чтобы усилить впечатление зрителя от фильма, Аксель Корнмессер и Маркус Лёффлер создали прекрасный саундтрек, который сопровождает съемки и фотографии.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Астрофизик и художник-график Джон Дубински из Торонтского университета предложит зрителю в дополнительных материалах захватывающие анимационные съемки. Здесь вы сможете отправиться в «Космический круиз» и стать свидетелем взаимодействия галактик (композитор – канадский музыкант Камиль Фарах).

В «Галерее» вы увидите снимки самых удивительных открытий «Хаббла».



Джон Дубински www.galaxydynamics.org.

СТОЛКНОВЕНИЕ ГАЛАКТИК В дополнительных материалах на DVD со спецприложением об истории «Хаббла» вы найдете анимационную съемку Джона Дубински, изображающую слияние Млечного Пути и Андромеды.

ПИОНЕРСКИЕ ФОТО

Легендарные снимки «Хаббла», запечатлевшие сталкивающиеся галактики, планетарные туманности и зоны глубокого космоса, говорят сами за себя. Наверное, когда-нибудь фотографии телескопа покажутся нам ретро, особенно после того как в космос выведут технологически более совершенный телескоп имени Джеймса Вебба.



Предоставлено Триш Фосбери

« НАГРАДА ЗА РАБОТУ ГРОМАДНАЯ – ОБРАБОТАТЬ И ВПЕРВЫЕ СОБРАТЬ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПОЛУЧАЕМЫХ ДАННЫХ, ЧТОБЫ СОЗДАТЬ НОВЫЙ И ДОСЕЛЕ НЕВИДАННЫЙ ОБЛИК ВСЕЛЕННОЙ. ЭТО ПОТЯСАЮЩЕ!»

Боб Фосбери

Боб Фосбери (слева) вошел в команду специалистов «Хаббла» еще в 1985 году. Работал в Гринвичской королевской обсерватории (RGO) в замке Хёрстмонсо в Англии, после чего стал одним из первых научных сотрудников в англо-австралийской обсерватории с 4-метровым телескопом в Новом Южном Уэльсе в Австралии. Позднее перешел в Европейскую южную обсерваторию (ESO), которая тогда находилась в швейцарской

Женева, затем вернулся в Гринвичскую обсерваторию, где трудился над созданием приборов для новой обсерватории в Ла-Пальме на Канарских островах. Сегодня британский астроном работает в ESO недалеко от Мюнхена в Германии.

Фосбери также принимал участие в разработке некогда революционного проекта астрономической компьютерной сети «Старлинк» и создавал приборы для космического телескопа имени Джеймса Вебба.



НАШИ СВЕДЕНИЯ

ЧТО ЛЕЖИТ В ОСНОВЕ ФИЛЬМА?

Международное сотрудничество, которое легло в основу проекта «Хаббл», на 85 % зависело от вклада специалистов аэрокосмического агентства НАСА и на 15% – от Европейского космического агентства (ЕКА). Зато отдача Европейского информационного центра «Хаббл» при ЕКА (HEIC) была на все 100 %. Центр образовали в 1999 году в Мюнхене, где специалисты занимаются связями с общественностью в Европе – составляют информационные бюллетени, высококачественные фоторелизы. Там и создали это уникальное спецприложение на DVD, которое представит новейшие сведения о достижениях «Хаббла». В команду специалистов центра входят Ларс Линдберг Кристенсен (продюсер и режиссер) и Мартин Корнмессер (арт-директор).



ЛАРС ЛИНДБЕРГ КРИСТЕНСЕН

Сотрудник центра HEIC, продюсер и режиссер специального приложения на DVD «Хаббл»: 15 лет открытий».



МАРТИН КОРНМЕССЕР

Член Европейского информационного центра «Хаббл» при ЕКА (HEIC) выступил в качестве арт-директора, ответственного за невероятный видеоряд в этом фильме на DVD.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ВСЕЛЕННОЙ

Одно из величайших достижений космического телескопа «Хаббл» – завершение научного спора, который волновал умы астрономов на протяжении всего XX века.

В начале прошлого века все астрономическое сообщество бурно обсуждало масштабы Вселенной. Трения разгорелись из-за природы так называемых спиральных туманностей, которые располагались к северу и югу от Млечного Пути и принимали, как правило, форму светящихся спиралей или эллипсов.

Некоторые астрофизики считали, что это облака газа или звезды, вращающиеся вокруг нашей Галактики, или даже солнечные системы наподобие нашей в момент их формирования. Согласно такой точке зрения, спиральная звездная система Млечного Пути, достигавшая в ширину примерно 100 000 световых лет (см. «Глоссарий»), практически полностью формировала всю Вселенную.

Другие же ученые полагали, что эти спиральные туманности представляли собой самостоятельные галактики, сходные по масштабу с Млечным Путем и находившиеся от него на миллионы световых лет дальше.

Сегодня же нам известно, что Вселенная простирается даже не на миллионы, а на миллиарды световых лет.

ШАГАЯ ПО КОСМОСУ

Существующее сегодня в науке понимание размеров Вселенной основывается на космической лестнице расстояний – методах, каждый из которых разрабатывается

с применением информации, подтвержденной прежним методом. По принципу параллакса (см. «Глоссарий») удастся напрямую измерить расстояние только до от-

носительно небольшого количества ближайших к нам звезд нашей галактики. Соотношение между цветом и светимостью звезд позволяет специа-

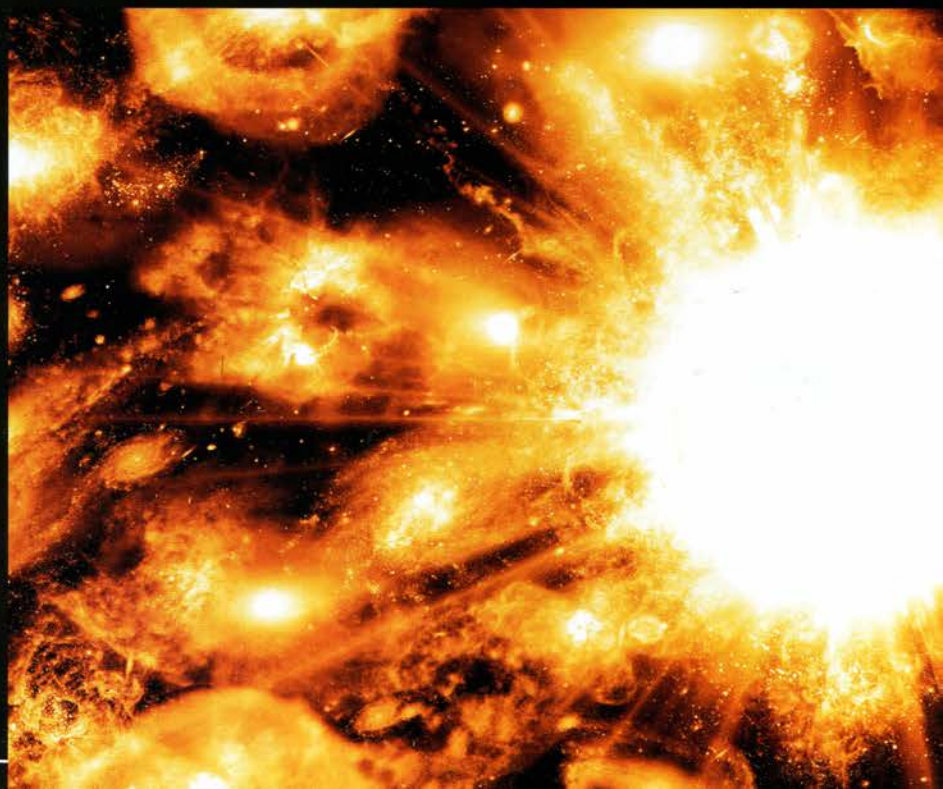
листам определять дистанцию до них путем измерения прочих свойств этих звезд.

« МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ – НЕ ЧТО ИНОЕ, КАК МАССА БЕССЧЕТНОГО ЧИСЛА ЗВЕЗД».

Галилео Галилей

БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ

На этом рисунке изображен взрыв, в результате которого родилась наша Вселенная.





ВАЖНЫЕ ОТКРЫТИЯ
ЦЕФЕИДЫ

В 1912 году американский астрофизик Генриетта Суон Ливитт сделала открытие, которое проложило путь к работе «Хаббла». Изучая в обсерватории Гарвардского колледжа фотопластинки, она обнаружила 1500 переменных звезд в Большом Магеллановом Облаке, карликовой галактике на орбите Млечного Пути. Ливитт считала, что все эти звезды находятся примерно на одном расстоянии. Это означало, что любые различия в яркости звезд должны были возникать в результате разницы в их истинной яркости. Ливитт сопоставляла различные типы переменных звезд (различавшихся по характеру их колебаний), пытаясь найти соотношение между их изменчивостью и светимостью. Она обнаружила искомое в цефеидах, доказав, что звезды с более длинным циклом изменчивости имеют

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО «ХАББЛА»

Переменные звезды, собранные в круг в молодой галактике I Zwicky 18, как показал телескоп, находятся на расстоянии 59 млн световых лет от нас.

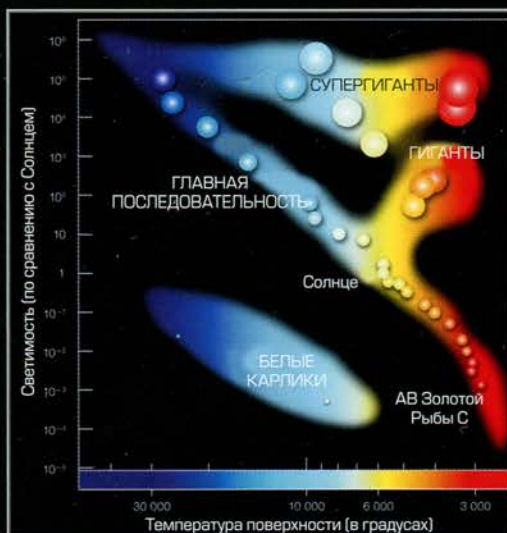


большую яркость, или так называемое соотношение период-светимость. Сегодня известно, что цефеиды – это желтые супергиганты, переменные звезды, пульсирующие по мере своей эволюции.

ВСЯ ВСЕЛЕННАЯ

Некоторые астрономы в начале XX века полагали, что вся Вселенная состояла только из Млечного Пути.

Однако распространить этот масштаб за пределы нашей Галактики оказалось сложной задачей. Решить ее удалось только в 1920-х гг. работами Эдварда Хаббла (см. «Звезды космоса»). Именно он понял, что благодаря открытию переменной звезды, названной цефеидой, можно определить дистанцию до относительно близких спиральных туманностей (см. «Важные открытия»). С помощью телескопа обсерватории Маунт-Вилсон Хаббл обнаружил цефеиды в 46 различных спиральных галактиках.



ГЛОССАРИЙ

Световой год – единица измерения длины во Вселенной, равная дистанции, которую проходит луч света за один год. Это примерно 9,5 млн км.

Параллакс – видимый сдвиг положения объекта относительно более дальнего фона при наблюдении за ним с разных точек обзора.

СВЕТИМОСТЬ

Диаграмма Герцшпрунга – Рассела показывает зависимость температуры звезд от их светимости.



НАШИ СВЕДЕНИЯ

ВСЕЛЕННАЯ БЕЗ ГРАНИЦ?

И хотя свидетельства о постоянно расширяющейся Вселенной неизбежно подтверждают теорию Большого взрыва как истока зарождения Вселенной, многим астрофизикам и другим специалистам до сих пор это трудно признать. В 1950-х гг. велась ожесточенная дискуссия между защитниками теорий Большого взрыва и стационарного состояния, согласно которым Вселенная либо непрерывно расширяется, либо проходит долгие фазы расширения и сжатия. Обе гипотезы предполагают вечность Вселенной, и обе не учитывают открытого в 1960-х гг. космического фона излучения от Большого взрыва. Многие интересуются, что происходило до Большого взрыва, но поскольку именно в результате взрыва было создано время и пространство космоса, а также сама материя, ответить на этот вопрос невозможно.



ЗВЕЗДЫ КОСМОСА

ЭДВИН ХАББЛ (1889–1953)

Вырос в штате Иллинойс, учился в Чикагском университете и в Оксфорде. Учебу прервал, отправившись на фронт во время Первой мировой войны. Затем вернулся в Йеркскую обсерваторию в Чикагском университете для завершения диссертации о фотографических исследованиях туманностей.

В 1919 году благодаря этой научной работе получил место в штате обсерватории Маунт-

Вилсон возле калифорнийского города Пасадена.

После открытий 1920-х годов Хаббла стали считать крупнейшим астрономом, а он долгие годы боролся за то, чтобы астрономию признали областью физики, что позволило бы получать за работы по астрономии награды, в частности Нобелевскую премию. И хотя позднее так и произошло, эту почетную награду он не успел получить.



ХАББЛ Совершивший революцию в науке астроном, в честь которого назвали космический телескоп.

ЗАКОН ХАББЛА

Более того, анализируя свет от этих галактик, Хаббл отметил важный момент. Тогда астрономам уже было известно, что спектры (см. «Глоссарий») этих спиральных туманностей демонстрируют большие смещения в сторону красного конца спектра. Такое явление назвали эффектом Доплера (см. «Как это работает»), который доказывал, что все эти туманности отдалялись от Земли с разной скоростью. Хаббл сравнил уровень красного смещения различных галактик с рассчитанным им расстоянием до них и обнаружил закономерность: чем дальше лежит галактика, тем быстрее она удаляется от Земли. Это простое отношение называется законом Хаббла.

РАСШИРЯЮЩАЯСЯ ВСЕЛЕННАЯ

Открытие Хаббла оказало двойное воздействие. Во-первых, оно обеспечило ученых еще одной, последней, перекладиной в вышеупомянутой лестнице. Теперь стало возможным определять, как далеко располагается некая галактика, определив уровень красного смещения.

Во-вторых, это открытие дало толчок к жарким дискуссиям по вопросу природы и происхождения Вселенной. Понимая содержание космологии, разрабатывавшейся столетиями, Хаббл осознал, что космос, вероятно, выглядит одинаково в любой точке его пространства – другими словами, ничего особенного в нашей Галактике нет. Вскоре он пришел к логическому заключению, гласившему, что наша Вселенная как единое целое расширяется с некоей постоянной скоростью, вот почему чем дальше располагаются

ГЛУБОКИЙ КОСМОС

Результаты наблюдений Хаббла за глубоким космосом говорят в пользу теории Большого взрыва.



КАК ЭТО РАБОТАЕТ

КРАСНОЕ СМЕЩЕНИЕ И ЭФФЕКТ ДОПЛЕРА

Феномен красного смещения состоит в том, что свет далеких галактик растягивается на более длинные волны (в сторону красного края цветового спектра). Задолго до открытия это явление описал австрийский физик Кристиан Доплер, доказав, что волны, которые исходят от удаляющегося объекта, растягиваются относительно точки нахождения стационарного наблюдателя. Если волна от

источника движется в сторону наблюдателя, она будет «сжиматься» до более коротких волн.

Эти доплеровские эффекты сегодня наиболее знакомы нам на примере звуковых волн, в частности звука сирены. Наглядные же эффекты выявляются в астрономии: они влияют на линии спектра, которые в обычных обстоятельствах имеют определенную длину волны.

ГЛОССАРИЙ

Спектр – похожая на радугу полоса, которая возникает при прохождении луча света через стеклянную призму или похожее устройство.

Мегапарсек (Мпк) – единица измерения сверхдалних расстояний во Вселенной, равная 3,26 млн световых лет.

две галактики друг от друга, тем быстрее растет пространство между ними.

Закон Хаббла предвосхитил появление теории Большого взрыва, идеи, которая утверждает, что если бы можно было «отмотать» назад постоянное расширение Вселенной, то в конце концов было бы достигнуто время в далеком прошлом, когда все галактики сузились бы до

одной-единственной точки. Доказательство теории появилось в 1960-х гг., когда радиоастрономы обнаружили свидетельства того, что все небо до сих пор покрыто фоновым свечением радиации, оставшейся после взрыва.

«МОЖНО ПО-ПРЕЖНЕМУ СЧИТАТЬ, ЧТО БОГ СОЗДАЛ ВСЕЛЕННУЮ – В МОМЕНТ БОЛЬШОГО ВЗРЫВА.»

Стивен Хокинг, «Краткая история времени»

БОЛЬШЕ БОЛЬШОГО ВЗРЫВА

Сегодня теория Большого взрыва получила еще большее развитие: в наше время она не только объясняет происхождение Вселенной, но и описывает пропорции различных элементов, которые в ней обнаруживаются, и даже гигантскую структуру космоса (несмотря на наличие неурегулированных вопросов – см. «Наши сведения»). Однако уже в 1980-х гг. ученые вынуждены были признать: при всех замерах красного смещения и спектрального диапазона галактик невозможно точно определить, находится ли галактика на расстоянии 100 или 200 млн световых лет.

Причиной тому было то, что отталкивались ученые от цефеид. Хаббл смог рассчитать расстояние до определенного числа галактик, и это означает, что хотя принципы этого закона очевидны, некоторые цифры при более подробных расчетах оказываются неточными. Расстояние

и красное смещение объединили в единый фактор, который назвали постоянной Хаббла. С ее помощью измеряют расширение космоса в километрах в секунду на каждый мегапарсек (см. «Глоссарий»). Но конкретное значение постоянной отсутствовало, и даже более поздние измерения мало что сделали в этом направлении.

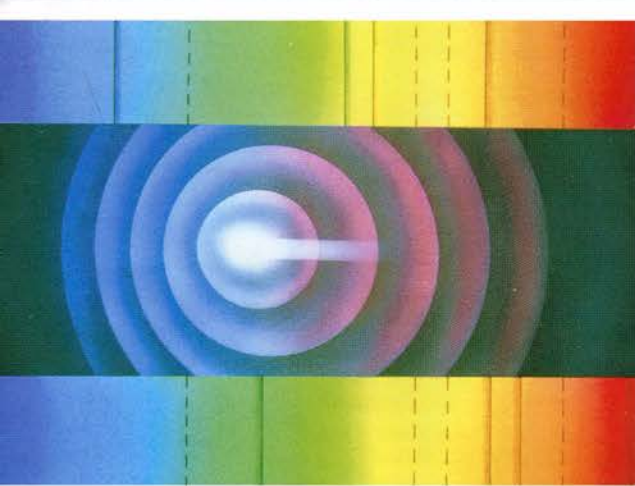
В течение первого десятилетия своей работы «Хаббл» изучал галактики, находившиеся далеко за пределами той области, которую изучил знаменитый тезка телескопа, и искал цефеиды, чтобы рассчитать истинное расстояние до них.

В 1999 году НАСА с гордостью объявило цифру, которую с нетерпением ждало все астрофизическое сообщество. Постоянная Хаббла была рассчитана на уровне 70 (км/с)/Мпк – это примерно посередине ранее определенного диапазона.

НОВЫЕ НЕЯСНОСТИ

Если расширение оставалось стабильным с момента Большого взрыва, то по этим расчетам космосу примерно 13,7 млрд лет, а обозримая Вселенная простирается вокруг нас на 13,7 млрд световых лет.

По иронии судьбы именно тогда, когда астрономы пришли к некоторой ясности относительно этих важных цифр, другие открытия наталкивают на мысль о том, что с Вселенной далеко не все так понятно и скорость ее расширения меняется в разные периоды времени. Если это так, то и сегодня нельзя уверенно говорить ни о возрасте, ни о размере Вселенной.



ДОПЛЕРОВСКИЙ ЭФФЕКТ

Объекты, приближающиеся к нам, демонстрируют красное смещение, а потому кажутся более красными (см. верхнюю часть), а те, что удаляются от нас, – голубое смещение, т. е. выглядят более голубыми (см. нижнюю часть).



ЧЕМПИОН БОЛЬШОГО ВЗРЫВА Стивен Хокинг, блестящий физик-теоретик, придерживается мысли, что Вселенная началась с большого взрыва.

«ХАББЛ» НАД ЗЕМЛЕЙ

Художественное изображение космического телескопа «Хаббл» на орбите на высоте примерно 600 км над Землей.

СПУТНИК «ХАББЛ»



НАШИ СВЕДЕНИЯ

БЕЛЫЕ ПЯТНА «ХАББЛА»

Один из объектов, который остается в запретной зоне для «Хаббла», – Солнце, поскольку жар от нашей местной звезды превратит чуть ли не в пепел чувствительные приборы аппарата. По этой же причине «Хаббл» не наблюдает за планетами, расположенными вблизи Солнца – Меркурием и Венерой, а также другими объектами в определенные моменты. Иногда обзор телескопу заслоняет сама Земля, кроме того, при прохождении через радиационные пояса Ван Аллена приборы телескопа испытывают влияние радиации, что препятствует их работе.

СОЛНЦУ – НЕТ

Для защиты приборов «Хаббл» никогда не обращается лицом к Солнцу.



Этот уникальный искусственный спутник Земли размером с большой автобус, мчащийся на скорости 28 000 км/ч, способен с хирургической точностью направлять свой взор на объекты по всей Вселенной.

Как и всякий космический аппарат, «Хаббл» работает в условиях гораздо более агрессивных, чем наземные телескопы. Первичный защитный комплекс «Хаббла» – «кожа» из многослойной термоизоляции (ТЗП), которая защищает телескоп от запредельных температур. Под ТЗП находится легкая алюминиевая капсула. Так выглядит внешняя структура космического аппара-

та, внутри которого спрятана вся оптическая система и где проводятся эксперименты.

УГЛЕРОДНАЯ ФЕРМА

Оптическая система крепится на ферме из углепластика размером 5,3 м на 2,9 м (см. «Глоссарий»).

Углепластик – невероятно крепкий, прочный и легкий материал, который не подвергается воздействию предельных температур.



СТАТИСТИКА МИССИИ

ЗАПУСК: 24.04.1990

ВЫВЕДЕН НА ОРБИТУ: Шаттлом «Дискавери»

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ МИССИИ: До 20 лет

ГЛАВНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ: Первый в мире

космический оптический телескоп

ОРБИТАЛЬНАЯ МАССА: 1110 кг

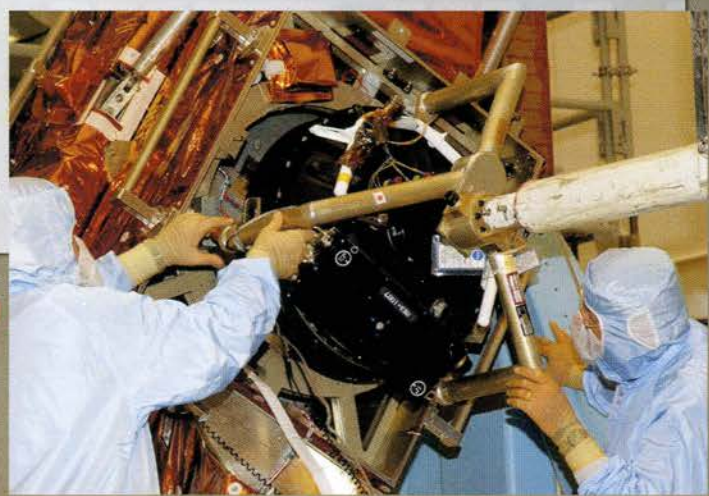
Аппарат совершает виток вокруг Земли за 97 минут, при этом благодаря трем бортовым системам всегда держит в фокусе нужный объект. Во-первых, три датчика тонкого наведения определяют местонахождение и фиксируются на ярких «путеводных звездах» вокруг объекта наблюдения. Во-вторых, гироскопы отслеживают движение «Хаббла» и подсказывают бортовому компьютеру, насколько аппарат уклонился от цели. Далее компьютер рассчитывает, насколько и в каком направлении должен переместиться аппарат, чтобы не выпустить из фокуса

ТЕХНОЛОГИИ
РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ «ХАББЛОМ»

В отличие от большинства искусственных спутников, «Хаббл» не использует для рулевого управления реактивные двигатели, поскольку выходящие газы зависают вокруг телескопа и заслоняют окружающее поле обзора.

Вместо этого на «Хаббле» работают маховики. Когда аппарату нужно откорректировать свое положение, бортовой компьютер отправляет командные инструкции одному или нескольким маховикам, в каком направлении и как быстро им необходимо вращаться. После этого телескоп начинает вращаться в противоположном от текущего положения направлении до достижения цели.

МАХОВИКИ Сотрудники Космического центра имени Кеннеди устанавливают на телескопе один из маховиков, которые поддерживают точное положение аппарата в космосе.



« И ВОТ Я ОКАЗАЛСЯ В МЕТРЕ ОТ КОСМИЧЕСКОГО ТЕЛЕСКОПА „ХАББЛ“. Я НЕ МОГ СОПРОТИВЛЯТЬСЯ ЭТОМУ. Я ДОЛЖЕН БЫЛ ВЫТЯНУТЬ ПАЛЕЦ И КОСНУТЬСЯ ЕГО.»

Джон Грансфилд, астронавт ремонтной миссии НАСА, декабрь 1999 г.

цель. Вслед за этим происходит координация работы третьей системы – комплекса маховиков (см. «Технологии»), которые корректируют положение телескопа.

Телескоп действует по принципу кассегреновского рефлектора. Свет, поступающий спереди, отражается от главного зеркала диаметром 2,4 м на вторичное зеркало диаметром 1 м. Оно, в свою очередь, отражает свет через

отверстие в центре главного зеркала на точку фокуса. Затем меньшие по размеру полурефлективные зеркала распределяют лучи света на различные приборы.

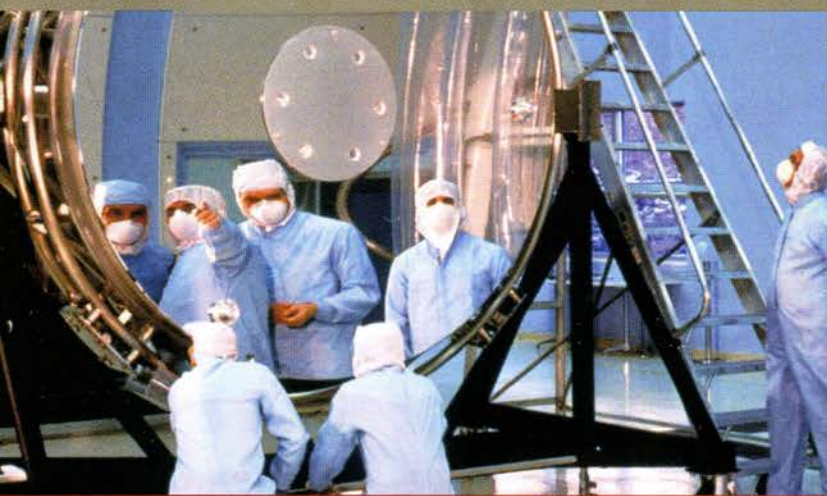
ПРИБОРЫ НА «ХАББЛЕ»

Комплект оборудования на «Хаббле» менялся с каждым визитом ремонтников. Первоначально на аппарате установили широкоугольную/планетарную камеру (WFPC),

более чувствительную к съемке тусклых объектов (заменена в 2002 году усовершенствованной обзорной камерой (ACS)) и спектрографы для определения химического состава звезд и галактик.

На протяжении почти двух десятилетий «Хаббл» генерировал по 3–4 гигабайт данных в день, давая не только ответы на важные астрономические вопросы, но и уникальные фото из космоса.

ГЛОССАРИЙ
Ферма – опорная конструкция, которая состоит из треугольных балок. Обеспечивает малый вес аппарата и великолепную прочность.



ГЛАВНОЕ ЗЕРКАЛО
Специалисты изучают зеркало диаметром 2,4 м перед монтажом на телескоп.

ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ
Во время третьей ремонтной миссии в 1999 году.



ГЛАВНЫЕ ВЕХИ ТЕЛЕСКОПА «ХАББЛ»

На протяжении двух десятилетий «Хаббл» выполнял беспрецедентно детальные снимки космоса. Для астрономов эти фото и информационно содержательны, и красивы.

В течение первых недель после выведения телескопа на орбиту в апреле 1990 года начали поступать снимки небесных тел. Сразу же стало понятно, что на приборе имеется серьезный дефект. Форма главного зеркала отклонялась от ожидаемых показателей примерно на 2,3 тысячных миллиметра. В декабре 1993 года в ходе 10-дневной ремонтной миссии специалисты установили систему оптической коррекции и заменили главную широкоугольную/планетарную камеру.

Однако 13 января 1994 года объявили, что миссия увенчалась полным успехом, и именно с этого дня мир стал рассматривать феноменальные фотографии, которые целиком ассоциируются с «Хабблом». Красота их обладает столь завораживающей силой, что невольно забываешь об огромном научном вкладе, который даруют потомкам снимки «Хаббла». Совсем скоро подоспеет смена телескопа (обсерватория им. Джеймса Вебба уже почти готова), но его научное наследие останется на века.



[2]

(1) НОВОЕ КРАСНОЕ ПЯТНО

На этом изображении, обнародованном 22 мая 2008 года, виднеется третье красное пятно, которое лежит наряду с Большим красным пятном и Малым красным пятном в турбулентной атмосфере Юпитера.

(2) ТУМАННОСТЬ ЭСКИМОС

Первый же взор на небо после очередного сервисного обслуживания в декабре 1999 года позволил «Хаббл» сфотографировать эту планетарную туманность – сияющие остатки солнцеподобной звезды в созвездии Близнецы.



(3) ТУМАННОСТЬ ОРЕЛ Монстроподобные столбы холодного газа и межзвездной пыли находятся примерно в 7000 световых лет от Земли в созвездии Змеи. Внутри этих башен растут и набирают вес юные звезды.

(4) КОСМИЧЕСКИЙ ФОНТАН В январе 2009 года получено изображение группы галактик (UGC 6945), расположенных в созвездии Цефей примерно в 600 миллионов световых лет от Земли.



[5]

(5) ТУМАННОСТЬ УЛИТКА Представленное широкой общественности 16 декабря 1994 года изображение демонстрирует погибающую звезду, лежащую примерно на расстоянии 700 световых лет в созвездии Водолея. По существу, это составное изображение усовершенствованной обзорной



камеры на «Хаббле» и широкоугольных фотографий телескопа WIYN Национальной обсерватории Китт-Пик в штате Аризона. Улитка такая большая, что потребовались две камеры, чтобы охватить ее полностью. «Хаббл» снял центральную область, а наземный прибор – внешний регион.

ГЛАЗА В КОСМОСЕ

«Хаббл» – всего лишь самый знаменитый из череды обсерваторий, выпущенных на орбиту Земли с 1960-х годов. Правда, большинство из них в отличие от «Хаббла» изучают невидимый диапазон волн.

С момента появления в начале 1600-х годов первого телескопа астрономы испытывают к атмосфере Земли двойное чувство. Она, безусловно, сохраняет нам жизни, формируя вокруг планеты изоляционную оболочку, защищающую ее от колебаний температуры, и щит от целого ряда пагубных видов радиации и частиц из космоса. К сожалению, атмосфера также искажает астрономические изображения оптических приборов. Да уж, для ученых атмосфера Земли – чистой воды помеха.

Истинный эффект атмосферного «одеяла» Земли стал очевидным только в конце 1940-х годов, когда американские инженеры испытывали трофейные немецкие ракеты «Фау-2», носовые конусы которых оборудованы радиационными датчиками. Вскоре стало ясно, что космос за пределами атмосферы наводнен разнообразными видами невидимой радиации, включая инфракрасные и радиоволны (длина волны которых превышает видимый спектр света и несет с собой меньше энергии), ультрафиолетовые и рентгеновские, а также гамма-лучи (все виды коротковолно-

вой радиации с более высоким уровнем энергии). Атмосфера Земли, как выяснилось, имеет всего несколько узких «окошек», через которые поверхности планеты достигают только видимый свет и некоторая часть инфракрасных и радиоволн (см. «Наши сведения»). После столетий накопленной работы ученые вдруг обнаружили, что

в их картине мира не хватает нескольких огромных кусков. Единственный способ исправить эту ситуацию – вывести телескопы на орбиту.

«АТМОСФЕРА ЗЕМЛИ – НЕИДЕАЛЬНОЕ ОКНО ВО ВСЕЛЕННОЙ».

Джон Бэколл, американский астрофизик

ОТКРЫТИЯ ИЗ КОСМОСА

На нескольких первых спутниках устанавливали радиационные датчики разных видов, но астрономические открытия часто происходят случайно. Так, например, произошло со Скорпионом X-1, первым источником рентгеновского излучения за пределами Солнечной системы (см. «Важные открытия»).

И спутники-шпионы НАСА, которые искали признаки испытаний ядерного оружия на Земле,



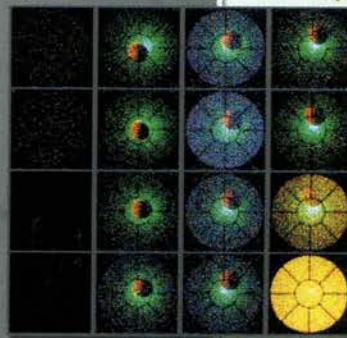
ВАЖНЫЕ ОТКРЫТИЯ СКОРПИОН X-1

Первый источник рентгеновского излучения за пределами Солнечной системы случайно обнаружил итало-американский астрофизик Риккардо Джаккони в 1962 году. Для изучения рентгеновских лучей, отражающихся от поверхности Луны, на борту метеорологической ракеты «Азроб» разместили специальный детектор. Прибор зафиксировал сильный источник рентгеновского излучения в созвездии Скорпиона.

Более поздние исследования связали этот рентгеновский источник с тусклой голубой переменной звездой примерно в 9000 световых лет от нас и показали, что рентгеновский источник сам по себе является переменной звездой Скорпион X-1. Это система двойной звезды, где рентгеновский источник является массивным компактным ядром погибшей звезды, которая называется нейтронной. Ее силы притяжения достаточно, чтобы вытягивать материю из видимой звезды с меньшей массой и нагревать ее до миллионов градусов, формируя при этом рентгеновские лучи.

СКОРПИОН X-1

Рентгеновский снимок Луны, проходящей перед звездной системой в феврале 1998 года.



Институт внеземной физики общества Макса Планка
www.mpe.mpg.de



СПИТЦЕР

На этой иллюстрации НАСА представлено изображение телескопа на фоне инфракрасного образа галактики Млечный Путь.

РЕМОНТ «ХАББЛА»

Астронавты Стивен Смит и Джон Грансфелд заменяют гироскопы на телескопе во время 3-й технической экспедиции в декабре 1999 года.



ЗВЕЗДЫ КОСМОСА

ЧАРЛЬЗ ПЕЛЛЕРИН

Программа агентства НАСА «Большие обсерватории» разрабатывалась и осуществлялась при непосредственном участии Чарльза Пеллерина, который был рядовым инженером в период создания первых астрономических спутников НАСА. В 1983 году он возглавил отдел астрофизики в НАСА. На этом посту он курировал запуски «Хаббла» и Комптоновской гамма-обсерватории, помогал разрабатывать план последующих ремонтных миссий на «Хаббле», а также руководил расследованием по вопросу изъяна в первой сборке этого телескопа. После выхода на пенсию в 1995 году Пеллерин продолжал консультировать НАСА.



Предоставлено Чарльзом Пеллеринном

ПЕЛЛЕРИН курировал ремонтные миссии на «Хаббле».

случайно обнаружили вспышки гамма-лучей – высокоэнергетические гамма-лучи из дальних концов Вселенной.

Первыми целевыми астрономическими спутниками в НАСА стали спутники серии ОСО (Орбитальная солнечная обсерватория). Запускавшиеся в период с 1962 по 1975 годы аппараты изучали Солнце в ультрафиолетовом и рентгеновском излучении, наблюдая за изменениями в светиле по мере его прохождения по полному 11-летнему циклу солнечной активности.

И хотя главной задачей спутников было изучение Солнца, одновременно им удалось делать случайные открытия, например, находить другие мощные источники рентгеновского излучения. По мере повышения чувствительности детекторов запускать профильные инструменты стало намного проще. Первыми из таких аппаратов стали спутники серии ОАО (Орбитальная астрономическая об-

серватория), которые запускались с 1966 года. Это были ультрафиолетовые обсерватории, которые искали источник радиации, излучаемой сверхгорячими звездами или другими космическими телами.

НЕВИДИМЫЕ ВОЛНЫ

С другими видами радиации справиться было труднее: определять источники мощных рентгеновских и гамма-лучей очень тяжело, поскольку волны проникали сквозь зеркала, а должны были бы преломляться или определяться с помощью других методов (см. «Технологии»). Тем не менее в 1970-х годах запустили ряд спутников для проведения первичных исследований неба в самых важных волнах диапазона, например, Астрономическую обсерваторию высоких энергий (HEAO) от НАСА и обсерваторию Cos-B Европейского космического агентства.

Правда, оставалась другая сложная задача: особую трудность представляло наблюдение в инфракрасном спектре, поскольку тепло те-



HEAO-2 Рентгеновская обсерватория им. Эйнштейна работала с 1978 по 1982 год.



НАШИ СВЕДЕНИЯ

АТМОСФЕРНЫЕ ОКНА НА ЗЕМЛЕ

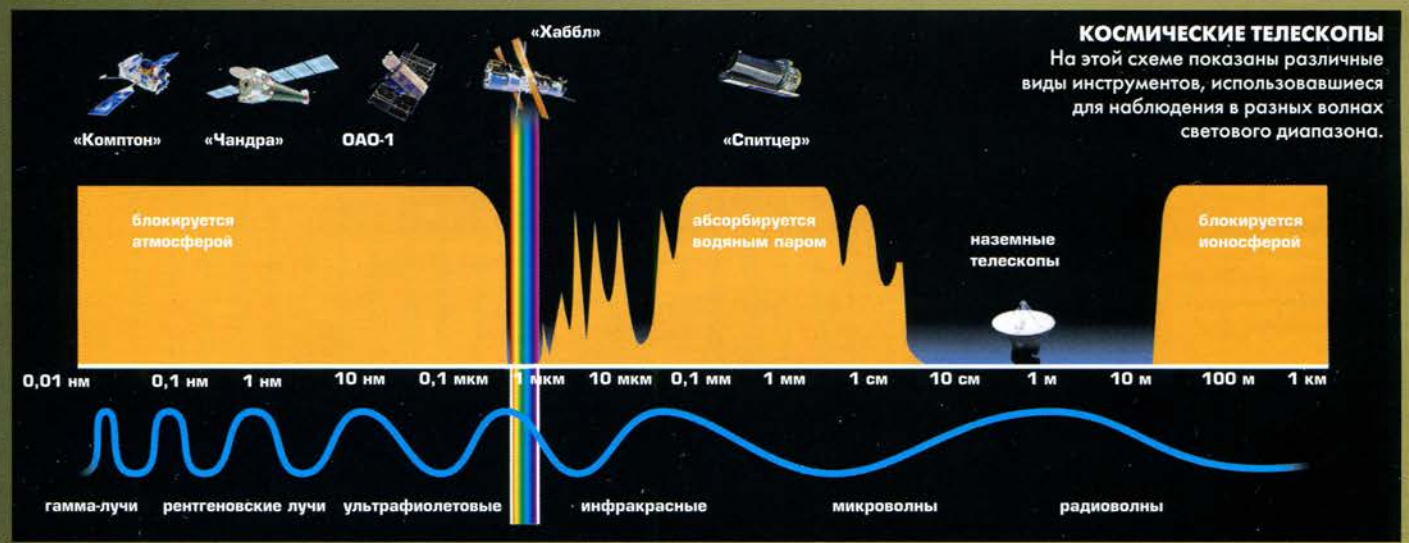
Атмосфера Земли блокирует практически весь поток радиации из космоса. Она пропускает лишь небольшую часть волн во всем диапазоне, включая видимый свет и радиоволны, чья длина составляет от нескольких сантиметров до метров (см. ниже диаграмму).

Рентгеновские, ультрафиолетовые и гамма-лучи поглощаются в верхних слоях атмосферы, причем важнейшую роль в блокировании ультрафиолета играет озон на высоте 20–40 км от поверхности Земли.

Инфракрасные волны поглощаются водяным паром и углекислым газом,

сама же атмосфера пропускает довольно большое количество этого вида радиации, но даже те волны, которые достигают поверхности нашей планеты, наблюдать очень трудно.

Длинноволновые радиоволны блокируются в ионосфере – верхнем заряженном слое атмосферы.



лескопа или самих детекторов может легко погасить низкоуровневую тепловую радиацию от дальних небесных объектов.

Вот почему инфракрасные телескопы нужно было заключать в надежные капсулы и охлаждать до температуры всего на пару градусов выше абсолютного нуля (см. «Глоссарий») с помощью жидкого гелия. Это стало возможным в 1983 году, когда запустили инфракрасную обсерваторию IRAS. Спутник проработал всего 10 месяцев, но даже за это короткое время произошла революция в представлениях астрономов о Вселенной.

БОЛЬШИЕ ОБСЕРВАТОРИИ

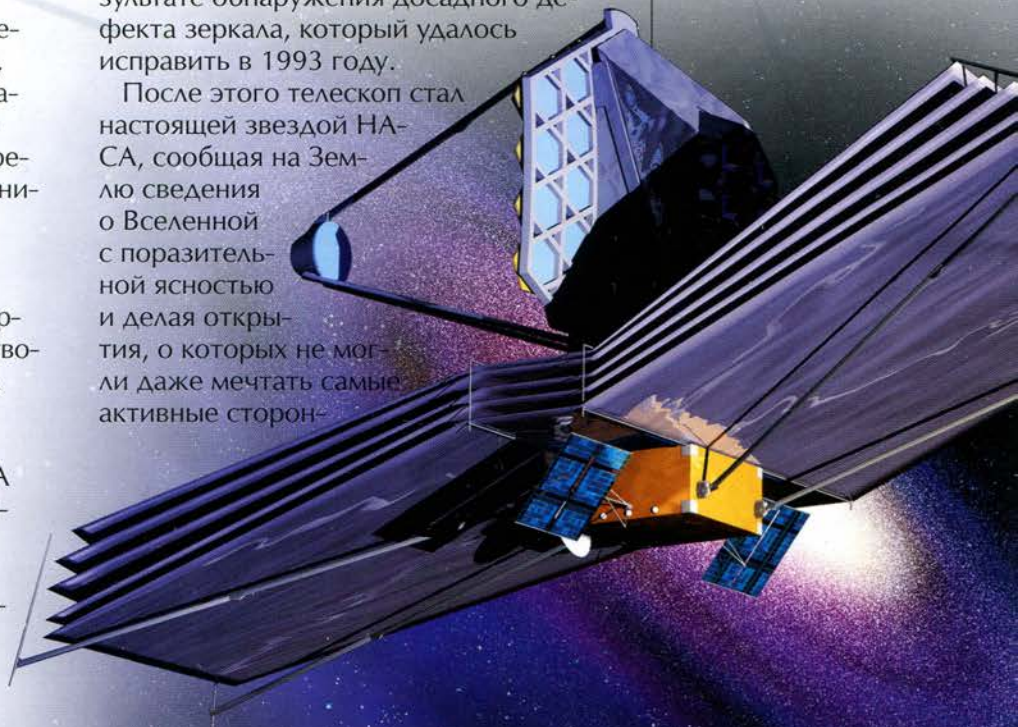
В 1980–1990-х годах орбитальные обсерватории были значительно усовершенствованы. Каждый новый телескоп позволял исследовать ранее не изученные части электромагнитного спектра. Успех программы ОАО убедил руководство НАСА начать работу над более крупной космической обсерваторией для наблюдений в области видимого света – именно для этого и предназначался космический телескоп «Хаббл».

Замысел заключался в том, чтобы все обсерватории взаимодействовали друг с другом и наблюдали за одними и теми же объектами, но в разных волнах спектра. Существенная отсрочка в старте работ флагмана «Хаббл» возникла в результате обнаружения досадного дефекта зеркала, который удалось исправить в 1993 году.

После этого телескоп стал настоящей звездой НАСА, сообщая на Землю сведения о Вселенной с поразительной ясностью и делая открытия, о которых не могли даже мечтать самые активные сторон-

ДЖЕЙМС ВЕББ

На этой картинке изображен прогрессивный инфракрасный телескоп размером 6,5 м, преемник «Хаббла», запуск которого планировался на 2013 год.





ТЕХНОЛОГИИ

КАРТИРОВАНИЕ
ВЫСОКОАКТИВНОГО НЕБА

Телескопы, работающие в диапазоне волн высокой энергии, обязаны использовать неординарные методы для обнаружения источника гамма-лучей или жестких рентгеновских лучей. Телескоп «Чандра» применяет систему изогнутых металлических поверхностей, от которых рентгеновские лучи отклоняются под разными малыми углами. Однако для гамма-лучей подобное не подходит.

Телескоп «Комптон» невероятно тяжел из-за установленных на нем детекторов, например, кодирующих масок – окон, через которые гамма-луч, проделав путь под определенным углом, отбрасывал тень, а также искровых камер, которые чаще используются в физических лабораториях элементарных частиц, а не в телескопах.

«ЧАНДРА»

Специалист компании «Кодак» проверяет сборку зеркала на телескопе.



ГАЛАКТИКА М81

Это изображение спиральной галактики М81 в созвездии Большой Медведицы построено на данных, полученных с телескопов «Хаббл» и «Спитцер».

ГЛОССАРИЙ

Абсолютный ноль – наименьшая возможная температура во Вселенной, примерно равная -273°C , при которой любые движения атомов в материи прекращаются.



исследования инфракрасной Вселенной через громадное зеркало диаметром 3,5 м. Космический телескоп им. Джеймса Вебба, преемник «Хаббла», сможет похвастать зеркалом диаметром 6,5 м и солнечным щитом размером с теннисный корт!

МАЛЕНЬКИЙ, ДА УДАЛЕНЬКИЙ

Больше – не всегда лучше, некоторые передовые проекты выполняются относительно маленькими телескопами, перед которыми ставятся узконаправленные научные задачи. Так, спутник НАСА «Кеплер», запущенный в марте 2009 года, несет на себе телескоп диаметром всего 95 см, хотя он должен обнаружить признаки землеподобных звезд вокруг других планет.

«Кеплер» выполняет поставленную перед ним задачу путем непрерывного наблюдения за областью неба, изобилующей звездами, в течение 3 лет или более. Аппарат бороздит космос в поисках крошечных, но красноречивых колебаний интенсивности света некоторых подобных звезд, что, вероятнее всего, укажет на прохождение планеты перед этой звездой. Она и блокирует часть обзора. Это отличный пример, который наглядно показывает, что современная астрономия была бы невозможна, если бы телескопы продолжали оставаться на Земле, под покровом атмосферы.



ХММ-НЬЮТОН Рентгеновский мультисервальный аппарат запустили в декабре 1999 года.

« ЭТО ВСЕ РАВНО, ЧТО ВЫЙТИ НА УЛИЦУ И НАНЕСТИ НА КОЖУ СОЛНЦЕЗАЩИТНЫЙ КРЕМ С SPF-ФАКТОРОМ 1,2 МИЛЛИОНА. »

Мартин Мози, руководитель проекта телескопа им. Джеймса Вебба, о солнечном щите прибора

БЕСПРЕЦЕДЕНТНАЯ ТОЧНОСТЬ

В 1991 году вслед за «Хабблом» на орбиту запустили гамма-обсерваторию «Комптон», монстра весом 17 тонн, который использовал уникальные методы для выявления источников гамма-лучей с невероятной точностью. В 2000 году к ней присоединилась рентгеновская обсерватория «Чандра», прибор в 100 раз чувствительнее и с куда большим разрешением, чем все прежние рентген-телескопы. Последней большой обсерваторией стал инфракрасный космический телескоп «Спитцер», запущенный в августе 2003 года, на котором опробовали новый метод сохранения гелиевого хладагента. В будущем астрономические наблюдения из космоса не будут сдавать свои позиции. Европейское космическое агентство выпустило на орбиту гигантскую космическую обсерваторию «Гершель» для

ники этого проекта. Благодаря серии ремонтных работ экипажами шаттлов ожидаемый срок службы телескопа продлится до середины 2010-х годов.

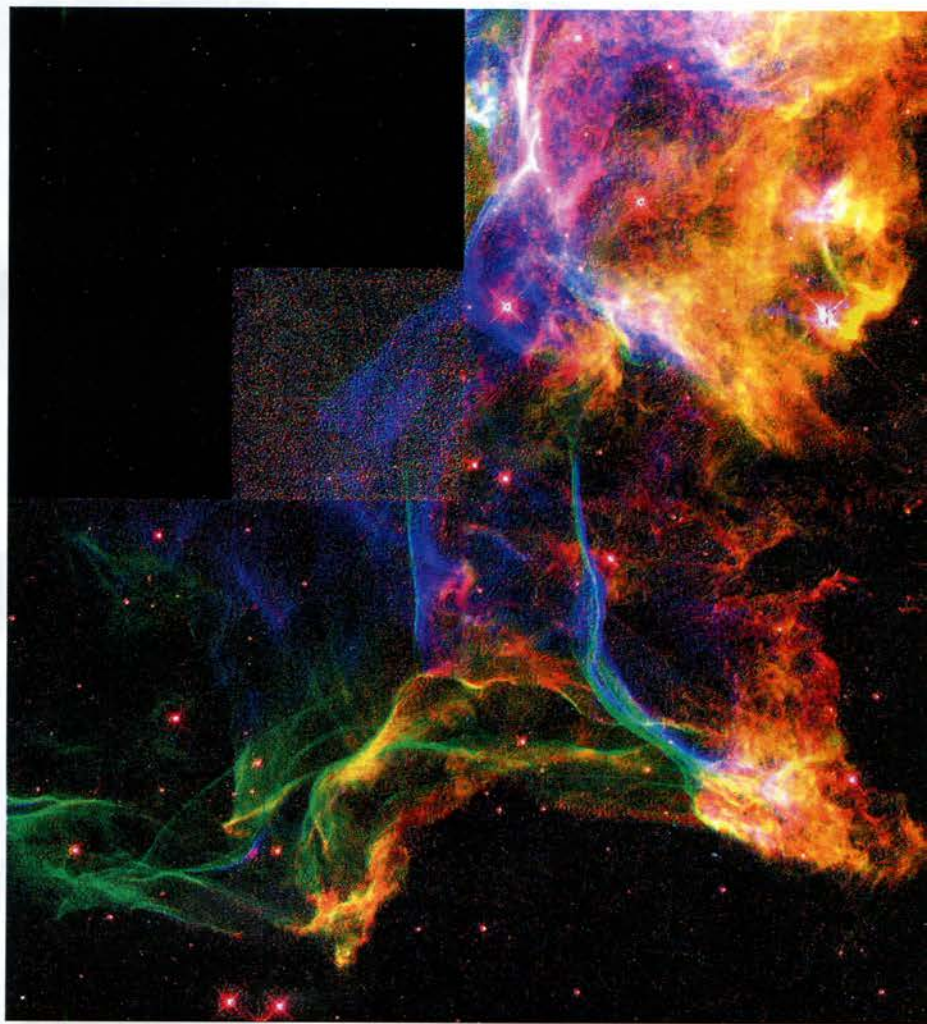
СОЗДАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Эффектные снимки «Хаббла» изначально выглядят совсем не так, как в конечном итоге. Одно отдельно взятое фото может быть скомпилировано не из одного, а из многих изображений.

Многие ставшие знаменитыми снимки «Хаббла» выполнены широкоугольной/планетарной камерой WFPC2 (оригинальная камера WF/PC заменена в ходе первого ремонта). На каждый квадрат в фокусной точке телескопа приходился набор из четырех таких датчиков, но один набор получал изображение в более увеличенном масштабе, чем остальные, покрывая меньшее поле обзора. Этот датчик представлял собой планетарную камеру, которая покрывала площадь, примерно охватывавшую такие планеты, как Юпитер и Сатурн, а три других датчика формировали широкоугольную составляющую съемки. Такая конструкция давала Г-образное изображение, типичное для многих снимков «Хаббла».

В 2002 году установили более совершенную обзорную камеру (ACS), но в 2007 году она прекратила свою работу.

Общая область изображения в камере составляла 4096 x 4096 пикселей (в терминах цифровой камеры это 16 мегапикселей), что позволило получать самые



ИТОГОВОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ А

На фото «Хаббла» – остаток вспышки сверхновой звезды в созвездии Лебедя (см. «Как это работает»).

ОЦВЕТНЕНИЕ

Изображения «Хаббла», например вот это фото спиральной галактики NGC 3982, начинают свою жизнь как серия черно-белых снимков, каждый из которых пропускается через специальные фильтры для определения конкретной длины волны светового спектра (левая половина картинки). Далее каждой длине волны присваиваются конкретные оттенки, которые комбинируются в электронном формате до получения полноцветного изображения (правая половина).



ВАЖНЫЕ ОТКРЫТИЯ

МОРОСЯЩИЙ ДОЖДЬ

Изображение, которое формируют оптические приборы «Хаббла», имеют большую резкость, чем дает разрешение датчиков. Чтобы «выжать» из фото максимум, внедрили специальный метод обработки изображений DRIZZLE («моросящий дождь»). Он предполагает наложение нескольких снимков, полученных с едва заметным смещением положения по отношению друг к другу, что позволяет обнаруживать детали, которые теряются датчиками камеры. Забавное название методу дал один из его разработчиков-англичан, который сравнил наложение оригинальных пикселей на новые и более мелкие с моросящим дождем!

подробные фотографии из космоса. Поле зрения камеры охватывает 3,5 угловые минуты неба – примерно десятую часть диаметра Луны. В мае 2009 года в ходе последней на сегодня сервисной миссии на «Хаббл» камера прошла ремонт.

ДАТЧИКИ ПОД БОМБАРДИРОВКОЙ

Камера, участвующая в научных экспериментах в космосе, подвергается не только воздействию света – ее бомбардируют частицы космических лучей. Избежать их влияния на датчики невозможно, они появляются на всех изображениях в виде многочисленных точек и полос.

Как правило, в ходе наблюдения выполняется сразу несколько снимков одного объекта, поэтому истинными считаются только те части изображения, которые совпадают на фотографиях.

ГЛАВНАЯ КАМЕРА

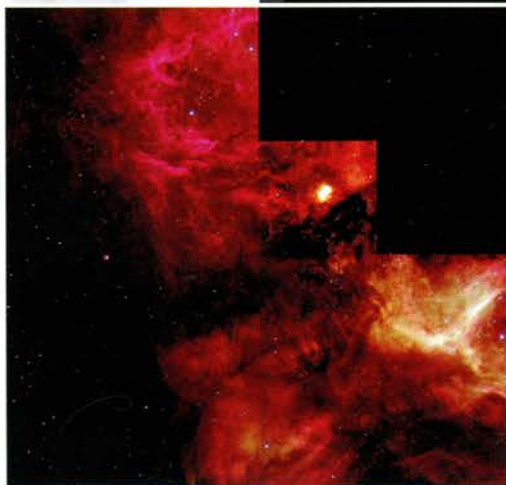
Технический специалист проверяет состояние усовершенствованной обзорной камеры (ACS) перед запуском на «Хаббл» в составе сервисной миссии в 2002 году.



СОЗДАНИЕ ЦВЕТА

Датчики – устройства монохромные, поэтому для получения цветного изображения как минимум три отдельных снимка пропускаются через различные цветные фильтры. И это далеко не всегда базовые красный, зеленый и синий фильтры, иногда может быть выбран фильтр для передачи света, который испускается только конкретными газами, к примеру, зеленовато-желтого цвета.

После удаления следов космических лучей сразу несколько изображений преобразуются в полноцветную картинку путем присвоения каждому монохромному изображению конкретного цветового оттенка.



Присвоенные цвета совсем необязательно точно совпадают с цветами, которые использовались в ходе фильтрации, поэтому обработанный снимок может иметь ложную цветопередачу. Оригинальный свет объекта, безусловно, будет частично сохранен, но не всегда именно так, как воспринял бы его наш глаз.

Ежегодно из тысяч получаемых снимков специалисты преобразуют в цветные фото лишь пару изображений. Большинство наблюдений остается в монохромном формате. Именно их используют для изучения галактик и звезд.

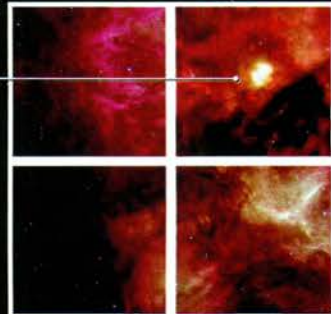


КАК ЭТО РАБОТАЕТ

ПОШАГОВОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ

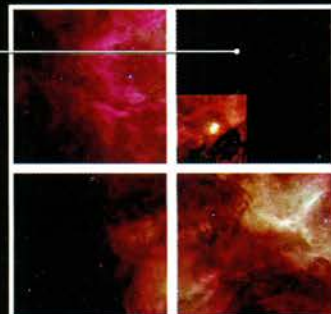
1 ПОЛУЧЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ Широкоугольная камера состоит из четырех камер, каждая из которых получает отдельный кадр.

Одна из камер фиксирует изображение той области, за которой наблюдает, в увеличенном масштабе.



2 ОБРАБОТКА Сокращает масштаб изображения до пропорций трех остальных кадров.

Увеличенное изображение сокращается до тех же пропорций, что и остальные три снимка.



3 КОМБИНАЦИЯ Когда все четыре изображения соединяются, образуется кадр в форме лесенки.

В результате получено композитное изображение в истинном цвете области N159 в Большом Магеллановом Облаке.