

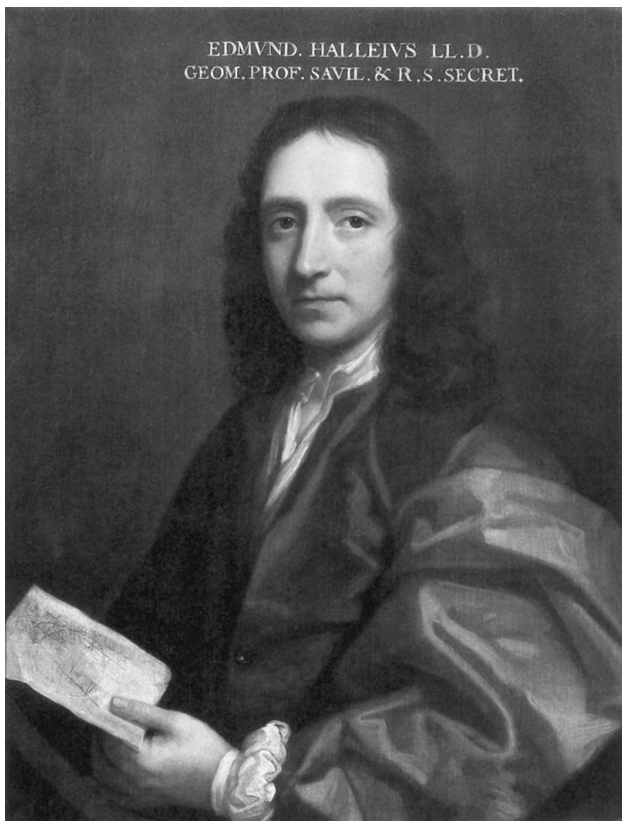
Исследование кометы Галлея

(к 30-летию полета АМС “Вега” и “Джотто”)

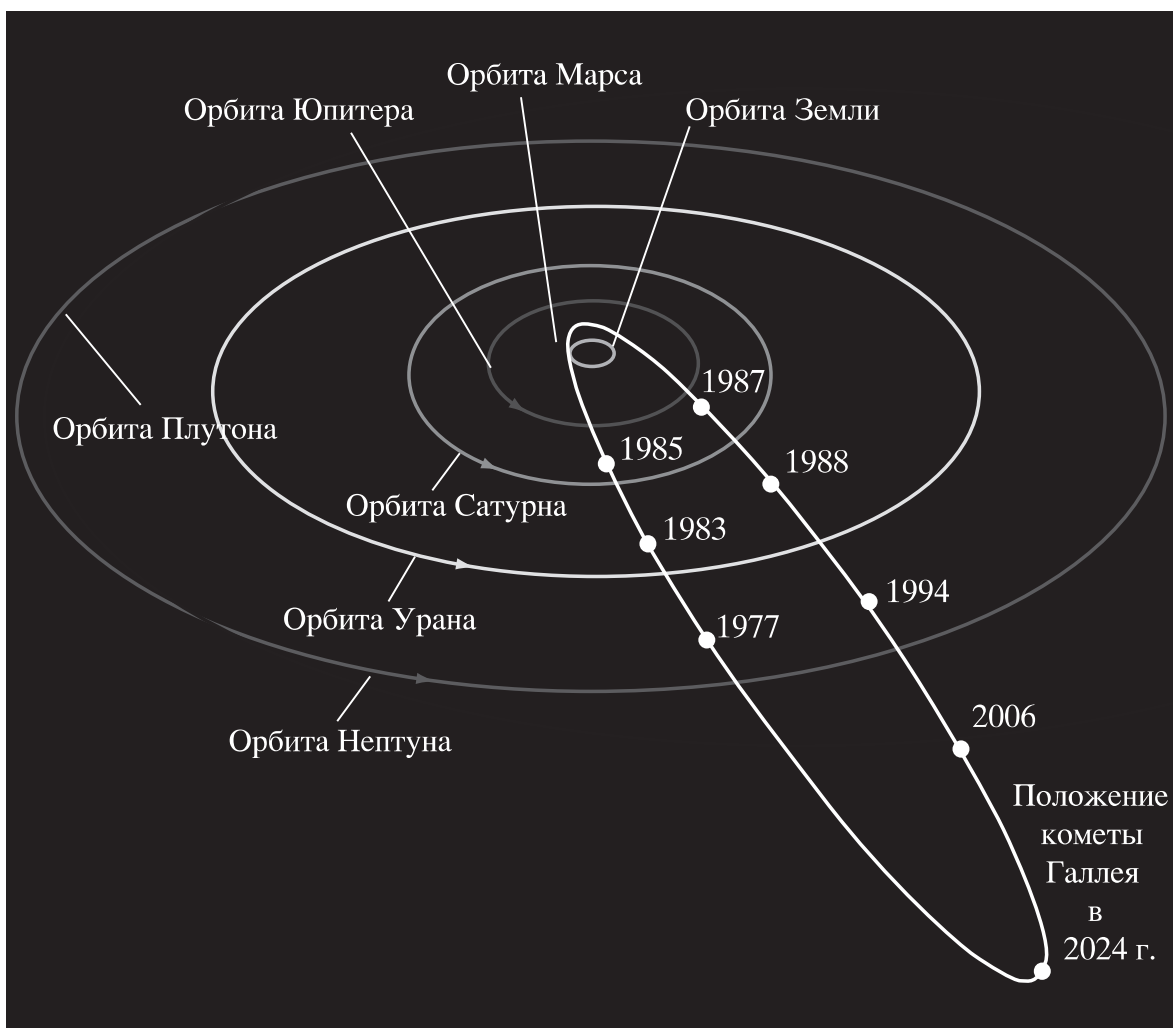
Комета Галлея – несомненно, самая популярная из комет. Английский Королевский астроном, геофизик, математик, метеоролог, физик и демограф Эдмунд Галлей (1656–1742), анализируя элементы орбит 24 наиболее ярких комет, обнаружил сходство между кометами 1531 г., 1607 г. и 1682 г. (Земля и Вселенная, 1982, № 4). Кометы наблюдали немецкие астрономы

П. Апиан (Земля и Вселенная, 1995, № 3) и И. Кеплер. В 1680–1681 г. Э. Галлей тоже видел на небосводе комету C/1680 V1, называемую кометой Ньютона. После изучения исторических записей в 1705 г. Э. Галлей составил первый каталог элементов орбит 24 комет и обратил внимание на совпадение их движения; он пришел к выводу, что это одна и та же комета с периодом 75–76 лет. В 1684 г. на заседании Лондонского Королевского общества Э. Галлей предсказал ее очередное возвращение, которое подтвердилось: комета прошла перигелий 13 марта 1759 г. С тех пор эта яркая короткопериодическая комета названа именем Галлея (1P/Halley; Земля и Вселенная, 1982, № 5).

Вариации периода обращения 74–79 лет и орбитальных элементов кометы Галлея связаны с гравитационным влиянием Юпитера и Сатурна, мимо которых пролетает. Она обращается со скоростью до 70,56 км/с в направлении, противоположном движению планет, по сильно вытянутой эллиптической орбите с наклоном к плоскости эклиптики на $18,5^\circ$ и эксцентриситетом 0,967, расстояние от Солнца в афелии – 35 а.е., в перигелии – 0,587 а.е. (между Меркурием и Венерой), причем пролетает над плоскостью эклиптики на высоте 0,17 а.е. (25,4 млн км). В период приближения к Солнцу (в перигелии) с поверхности ее ядра субли-



Эдмунд Галлей. Портрет Т. Мюррея. 1687 г.



мируются летучие вещества с малой температурой кипения: вода, оксид углерода, метан, азот и другие замерзшие газы. Этот процесс приводит к образованию комы, которая может в поперечнике достигать 100 тыс. км. Испарение грязного льда высвобождает пылевые частицы, которые относятся газом от ядра. Действие солнечного излучения на кому приводит к образованию хвоста кометы протяженностью около 30 млн км. У кометы Галлея наблюдались хвосты I (газопылевой в направлении от Солнца) и II (изогнутый ионный в направлении орбиты) типов. Хвост III типа предположительно наблюдался в 1835 г. На фотографиях 1986 г. хорошо видны характерно окрашенные хвосты I и II типа. Поскольку орбита кометы сближается с земной в двух точках, то порождаемая кометой Галлея пыль

Схема траектории движения кометы Галлея.

образует два метеорных потока – η-Аквариды (в начале мая) и Ориониды (в конце октября). Предполагается, что кометы галлеевского типа изначально были долгопериодическими кометами из облака Оорта, орбиты которых изменились под влиянием гравитационного притяжения планет-гигантов. Результаты численного моделирования показывают, что комета Галлея находится на нынешней орбите 16–200 тыс. лет. Это самая активная из всех периодических комет. Последние исследования показывают, что она испарится или распадется ее ядро через несколько десятков тысячелетий; либо она будет выброшена из Солнечной системы

через несколько сотен тысяч лет. За последние примерно 3 тыс. возвращений ядро кометы Галлея уменьшилось в массе на 80–90%.

В 1843 г. французский физик и астроном Ж.-Б. Био, уже зная средний период кометы Галлея, откладывая его назад, в прошлое, попытался идентифицировать предыдущие ее появления среди зафиксированных китайских наблюдений после 65 г. до н. э. На основании схожести орбит нескольких возможных кандидатов Ж.-Б. Био смог идентифицировать ее как комету 989 г. Используя китайские данные, Ж.-Б. Био распознал комету Галлея в осенней комете 1378 г., сравнив с описаниями видимый путь кометы на небе, рассчитанный на основании известных элементов орбиты. Аналогичным образом им были выявлены наблюдения кометы Галлея в 451 г., 760 г. и в 1301 г.

Комета Галлея с хвостами I и II типа. Февраль 1986 г.

Многие ученые пытались рассчитать движение кометы, но на больших промежутках времени это сделать невозможно из-за влияния планет-гигантов на возмущения ее орбиты. В XIX в. изучение хроник (особенно китайских) помогло восстановить 27 появлений кометы, начиная с 240 г. до н.э., и три будущих – в 1835 г., 1910 г. и в 1986 г.

Одно из первых изображений кометы – запечатленная как Вифлеемская звезда на одной из фресок “Поклонение волхвов” для Капеллы Скровеньи в Падуе кисти знаменитого итальянского живописца времен Возрождения Джотто ди Бондоне (написанную под впечатлением от ее наблюдения в 1301 г.). Европейская межпланетная станция названа в честь Джотто.

В феврале 1986 г. ожидалось очередное прохождение кометой Галлея перигелия. Ученые всего мира готовились к долгожданной встрече. СССР, Европейское космическое агентство и Япония запустили космические аппараты для ее исследования.





В нашей стране в конце 1969 г. были созданы базовые универсальные модули космических аппаратов в НПО им. С.А. Лавочкина под руководством главного конструктора Г.Н. Бабакина (Земля и Вселенная, 1997, № 4; 2004, № 6). Такие модули успешно использовались почти 20 лет в программах “Марс”, “Венера”, “Астрон” и “Гранат”. В 1973 г. совет “Интеркосмос” АН СССР и Французский национальный центр космических исследований (CNES) подписали соглашение о совместной разработке проекта “Венера” для исследования Венеры. В 1977 г. были

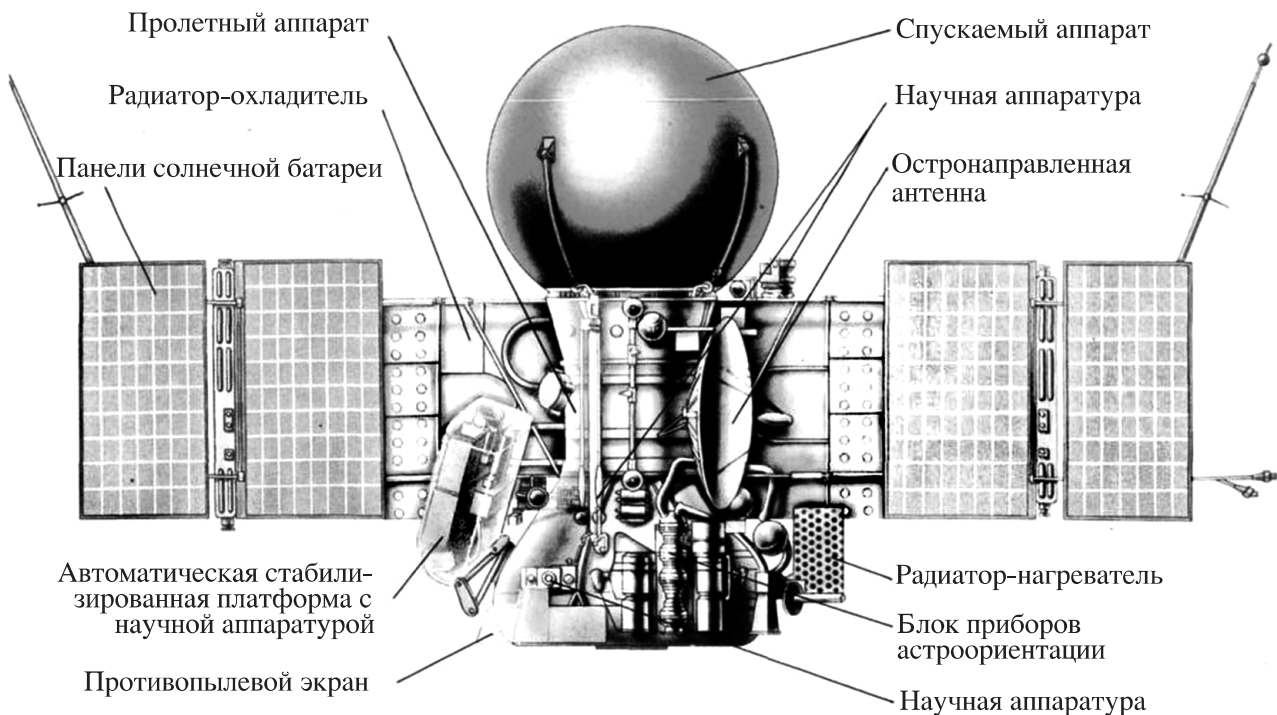
Фреска Джотто ди Бондоне “Поклонение волхвов”. 1301 г.

выпущены “Основные положения на разработку космического аппарата”; в 1978–1979 гг. подготовлены советско-французские технические предложения по проекту. Французская сторона взяла на себя обязательство по созданию аэростатной системы и части научной аппаратуры, а советская отвечала за проект в целом. Директором проекта стал заместитель главного конструктора НПО им. С.А. Лавочкина,

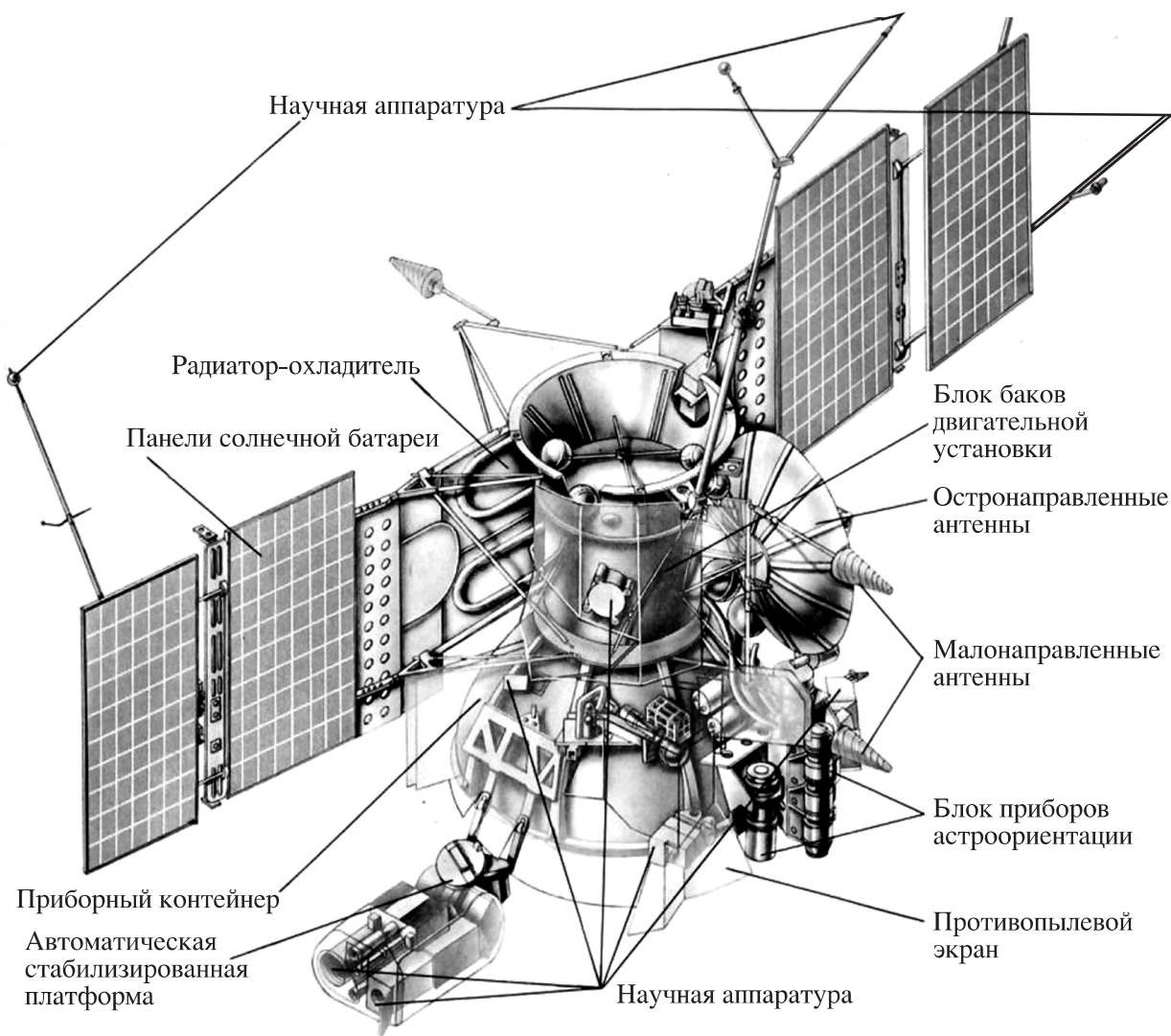
начальник проектного комплекса, возглавлявший создание межпланетных станций, – Р.С. Кремнёв. В 1978 г. под его руководством разработано техническое предложение по проекту, предусматривающее доставку в атмосферу Венеры спускаемого аппарата массой 2400 кг и развертывание аэростатной станции с массой гондолы – 240 кг. В 1980 г. АН СССР и НПО им. С.А. Лавочкина выступили с совместным предложением организовать экспедицию к комете Галлея с попутным облетом Венеры. Горячим сторонником этой идеи был директор Института космических исследований АН СССР академик Р.З. Сагдеев. В 1981 г. утвердили проект, баллистическую схему полета и состав научной аппаратуры. Стали изготавливать АМС, главным конструктором и техническим руководителем уникального по насыщенности исследований международного проекта “Венера – комета Галлея” (“Вега”; Земля и Вселенная, 1985, № 1) был Герой Советского Союза, член-корреспондент АН СССР доктор технических наук В.М. Ковтуненко. Р.З. Сагдеев пред-

ложил после исследования Венеры использовать орбитальный отсек станции в качестве пролетного – для изучения кометы Галлея. В октябре 1980 г. на очередном советско-французском совещании по проекту “Венера” удалось договориться с французской стороной о создании научной аппаратуры; разработку аэростата взяло на себя НПО им. С.А. Лавочкина. Академик Р.З. Сагдеев стал научным руководителем проекта, в котором участвовали ученые Австрии, Болгарии, Венгрии, Германии, Польши, Чехословакии и Франции. Задачи в исследовании Венеры: измерение параметров и химического состава ее атмосферы, облачности и грунта, а кометы Галлея – определение размеров и массы кометного ядра, его фотографирование, регистрация физического, химического и изотопного состава газа и пыли в коме, магнитных полей и взаимодействия плазмы с солнечным ветром.

Несмотря на сложность проекта и участие многих предприятий ракетно-космической отрасли, АМС “Вега”



Расположение основных частей и приборов на АМС “Вега”.



Устройство пролетного аппарата АМС "Вега".

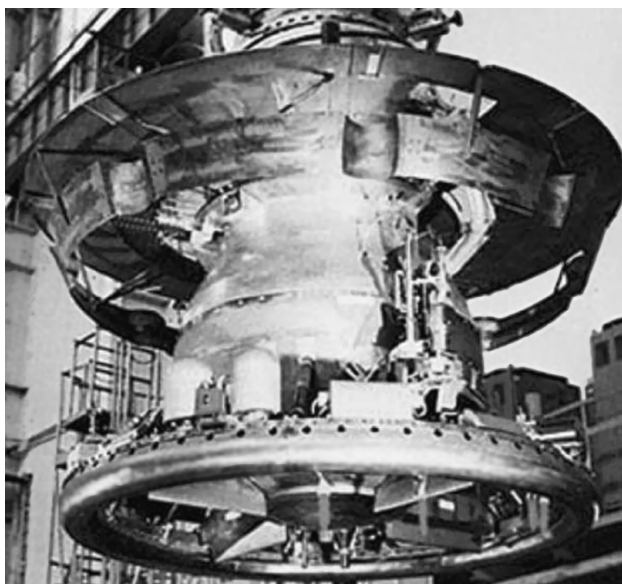
были подготовлены к моменту открытия "стартового окна". Они состояли из трех частей: пролетных аппаратов для исследования кометы, спускаемых аппаратов для посадки на поверхность Венеры и аэростатных зондов для дрейфа в атмосфере Венеры (Земля и Вселенная, 1984, № 1).

На пролетных аппаратах АМС "Вега" массой 3170 кг были установлены 14 научных приборов: ТВ-камера, ИК-спектрометр, трехканальный (0,3–1,7 мкм) и пылеударный масс-спектрометры для исследования химического состава пылевых частиц, три счетчика пылевых частиц, магнитометр, спектрометры кометной плаз-

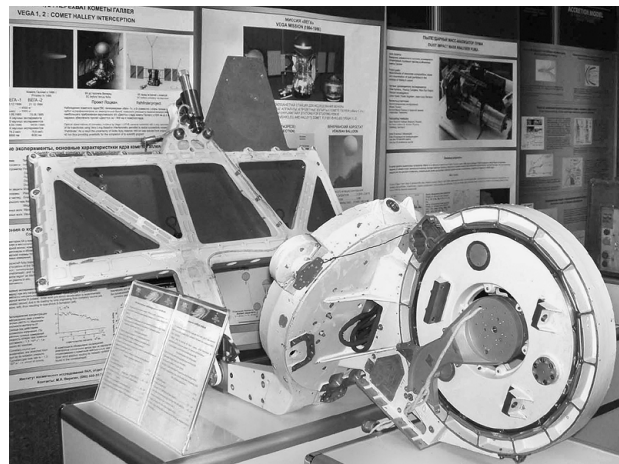
мы и энергичных частиц, три анализатора плазменных волн, измеритель нейтрального газа. Принципиально новым способом наблюдения за быстро движущимся объектом – ядром кометы – стала поворотная автоматическая стабилизированная платформа АСП-Г, укрепленная на раме пролетных аппаратов; разработана совместно СССР и Чехословакией. На ней разместили телевизионную систему, инфракрасный и трехканальный спектрометры, датчик наведения. В течение большей части полета АСП-Г находилась в транспортном положении, ее перевели в рабочее состояние незадолго до пролета около ядра коме-

ты Галлея. Кроме оптической аппаратуры, на посадочном аппарате “Вега-1” были установлены приборы для исследования концентрации и химического состава пыли и исследования плазмы. Данные приборов поступали на Землю в режиме реального времени.

Конструкция спускаемых аппаратов подверглась небольшой доработке, по сравнению со станциями “Венера-9–14” и в связи с необходимостью размещения дополнительной аппаратуры. Внутри спускаемых аппаратов станций массой 1750 кг (в том числе масса аэростатов) находились посадочные аппараты массой 740 кг. На каждом посадочном аппарате располагалось 10 приборов: газовый хроматограф и спектрофотометр для получения спектров газов и определения химического состава атмосферы и облачного слоя Венеры, датчики измерения давления и температуры, анализатор влажности, индикатор фазовых переходов, масс-спектрометр и спектрометр для изучения облаков и элементного состава аэрозоля. В нижней части посадочных аппаратов были установлены буровая установка с грунтозаборным



Спускаемый аппарат АМС “Вега” во время предполетных испытаний в НПО им. С.А. Лавочкина. 1984 г.



Поворотная автоматическая стабилизированная платформа АСП-Г. Музей ИКИ РАН. Фото автора.

устройством, спектрометр для анализа состава пород венерианского грунта, гамма-спектрометр для определения в венерианских породах содержания радиоактивных элементов (урана, тория, калия) и прибор для определения физико-механических свойств поверхностного слоя грунта.

На верхней части сферической теплозащитной оболочки спускаемых аппаратов фиксировались узлы крепления аэростатов, на цилиндрической части парашютного отсека – стекло-текстолитовые направляющие, обеспечивающие безударный сход зонда. Основу конструкции аэростата составил силовой конус, в его центральной части находился тор с разъемом. В торе размещались гондола с подвеской и оболочка аэростата. На верхней части силового конуса устанавливались системы автоматики, наполнения аэростата с гелиевыми баллонами высокого давления и парашютный контейнер аэростата.

Аэростатные зонды диаметром 3,4 м и массой 110 кг оборудованы гелиевыми баллонами, на капроновых фалах длиной 12 м висели гондолы массой 6,7 кг с радиокомплексом и блоком аппаратуры для измерения метеорологических параметров атмосферы Ве-



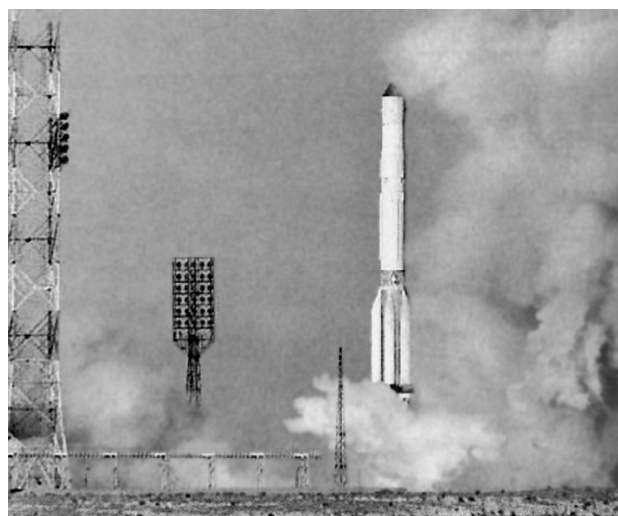
Аэростат для дрейфа в атмосфере Венеры диаметром 3,4 м и гондола с радиокомплексом и приборами. Музей ИКИ РАН. Фото автора.

неры (температуры, давления, вертикальных компонентов скорости ветра, плотности облачного слоя, освещенности и фиксации световых вспышек молний) во время многочасового дрейфа. Очень сложной оказалась проблема создания оболочек аэростатов, способных длительное время функционировать в облачном слое Венеры, насыщенном каплями концентрированной серной кислоты. Ввиду высокой текучести гелия, которым заполнялась оболочка, требования к герметичности становились более жесткими. Пришлось оболочку изготовить из фторлоновой ткани, сшитой из фрагментов в форме долек апельсина, внешнюю сторону покрыть несколькими слоями лака. Предусматривалась регистрация параметров с интервалом 75 с, а затем – передача их на Землю через каждые 30 мин.

15 декабря 1984 г., с космодрома Байконур стартовала ракета-носитель “Протон-К” с модифицированным разгонным блоком Д, с помощью которо-

го АМС “Вега-1” массой 4920 кг (в том числе масса научной аппаратуры – 117 кг) вышла на траекторию полета к Венере. Через шесть дней была запущена “Вега-2” массой 4923 кг. С момента выхода АМС на околоземную орбиту управление станциями осуществлялось из Центра дальней космической связи с помощью радиотелескопа РТ-70 под Евпаторией. Слежение за полетом аэростатных зондов в атмосфере Венеры и передачу информации от аэростатного зонда обеспечивали две сети приема. Советская, координируемая ИКИ АН СССР, включала радиотелескопы в Медвежьих озерах, Пущино, Симеизе, Улан-Уде и Уссурийске. В международную сеть, координируемую французским центром CNES, входили антенны в Канберре и Парксе (Австралия), Атибае (Бразилия), Мадриде (Испания), Пентиктоне (Канада), Аресибо (Пуэрто-Рико), Голдстоуне, Грин-Бэнке, Форт-Дейвисе (США), Эффельсберге (ФРГ), Онсала (Швеция) и Хартбестеке (ЮАР).

Продолжительность полета от Земли к Венере составила 178 сут. На трассе перелета длиной 45 млн км изучались межпланетные магнитные поля, солнечные и космические лучи, рент-



Старт РН “Протон-К” с АМС “Вега-1” с космодрома Байконур. 15 декабря 1984 г.

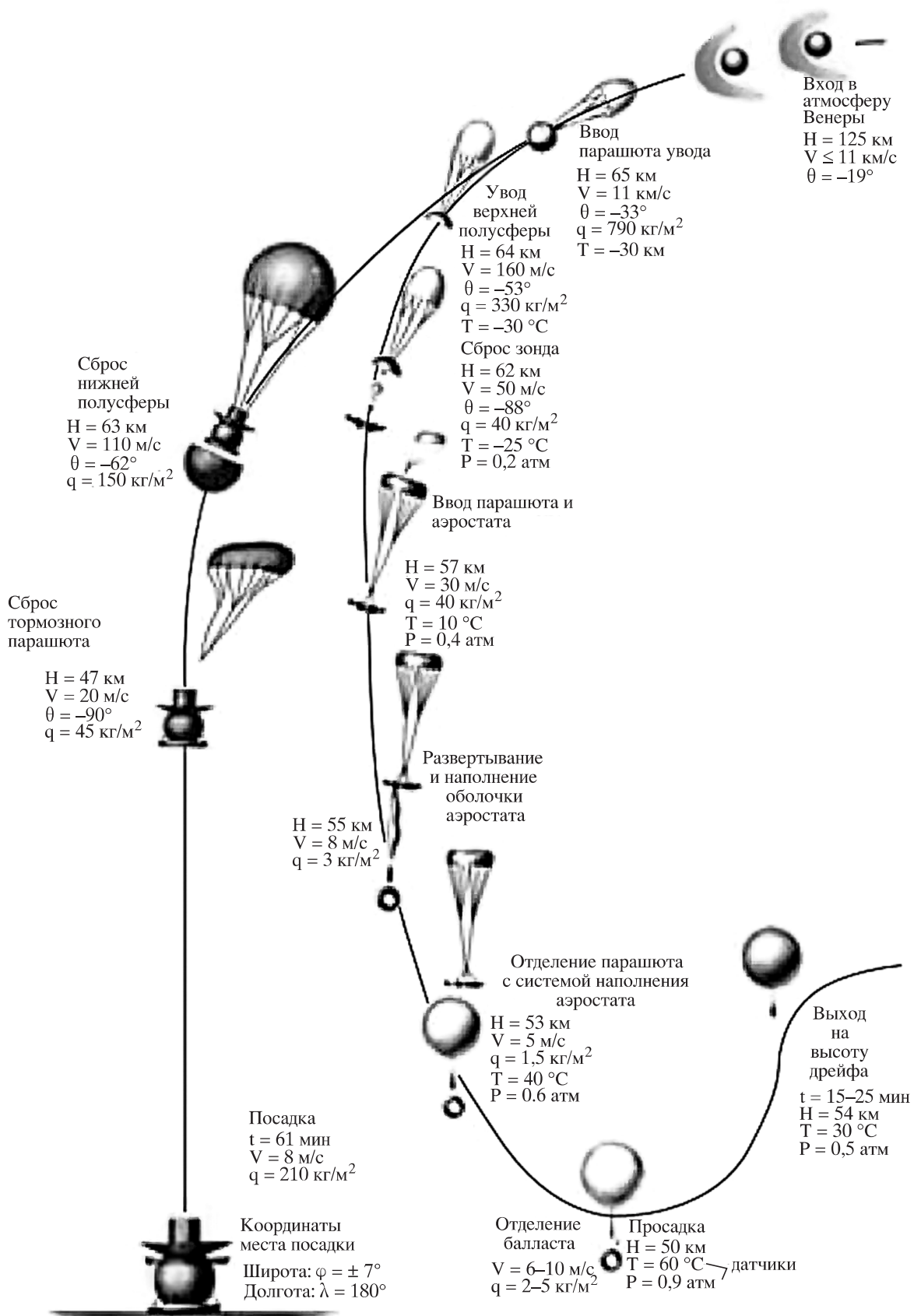


Схема спуска АМС "Вега" в атмосфере Венеры. Указаны высота, скорость и угол входа спускаемого аппарата, температура и плотность атмосферы, координаты места посадки "Веги-1".



Грунтозаборный механизм с буром на посадочном аппарате АМС "Вега". Музей НПО им. С.А. Лавочкина.

геновское излучение, распределение компонент нейтрального газа, регистрировались пылевые частицы. За двое суток до подлета к планете от станций отделились спускаемые аппараты, а пролетные – продолжили полет к комете.

11 и 15 июня 1985 г. спускаемые аппараты станций "Вега-1 и -2" вошли в атмосферу Венеры. После отделения верхней полусферы, в которой в сложном состоянии находился аэростатный зонд, каждая часть совершала автономный спуск. Через 10 мин после входа в атмосферу на высоте 46 км про-

изошел сброс тормозного парашюта, после чего спуск проходил на аэродинамическом тормозном щитке. На высоте 17 км сработал сигнализатор посадки у спускаемого аппарата "Вега-1", запустилась циклограмма работы приборов на поверхности планеты, в том числе грунтозаборный механизм. Получилось, что бур сверлил воздух, а вовсе не грунт Венеры. Спуск обоих аппаратов в атмосфере продолжался 63 мин. В процессе снижения посадочных аппаратов измерялись характеристики облачного слоя и химического состава атмосферы, концентрация серной кислоты в облаках, было обнаружено присутствие серы, хлора и фосфора. Плотность облаков (по земным меркам) оказалась невысокой, концентрация была максимальна в двух слоях, имеющих ширину 3–5 км и расположенных на высотах 50 и 58 км. Гамма-спектрометры обеих АМС, предназначенные для измерения содержания урана, тория и калия в венерианских породах, во время спуска посадочных аппаратов включились на высоте 25 км и функционировали вплоть до окончания их работы. В обеих точках, где они сели, обнаружены породы с относительно невысокими содержаниями естественных радиоактивных элементов. "Вега-1" мягко опустилась на ночную сторону планеты в низменную часть Равнины Русалки Северного полушария; "Вега-2" села в предгорьях Земли Афродиты в Южном полушарии, в 1600 км от места посадки "Веги-1". Спускаемые аппараты в течение 56 мин после посадки передавали научную информацию на Землю. "Вега-2" взяла грунт для анализа, он оказался близким к оливковому габбронориту (магматическая горная порода, содержащая кремнеземы – до 52% – и пироксениты) и сделала рентгенофлюоресцентные спектры.

Аэростатные зонды всплыли на расчетную высоту 53–55 км, где давление составляло 0,5 атм, температура – 40° С. Первый зонд в течение 46 ч дрейфовал вдоль экватора в Север-

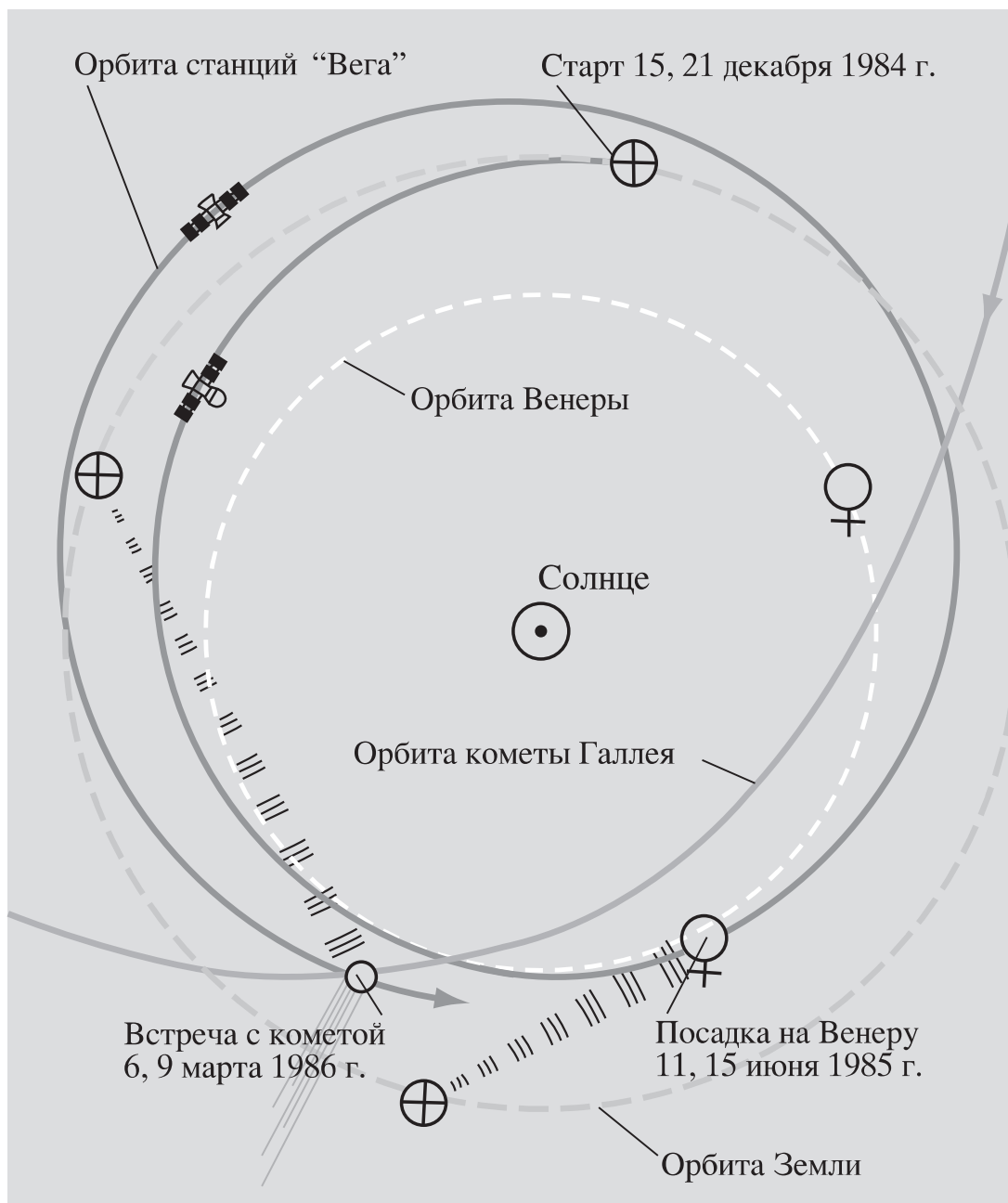
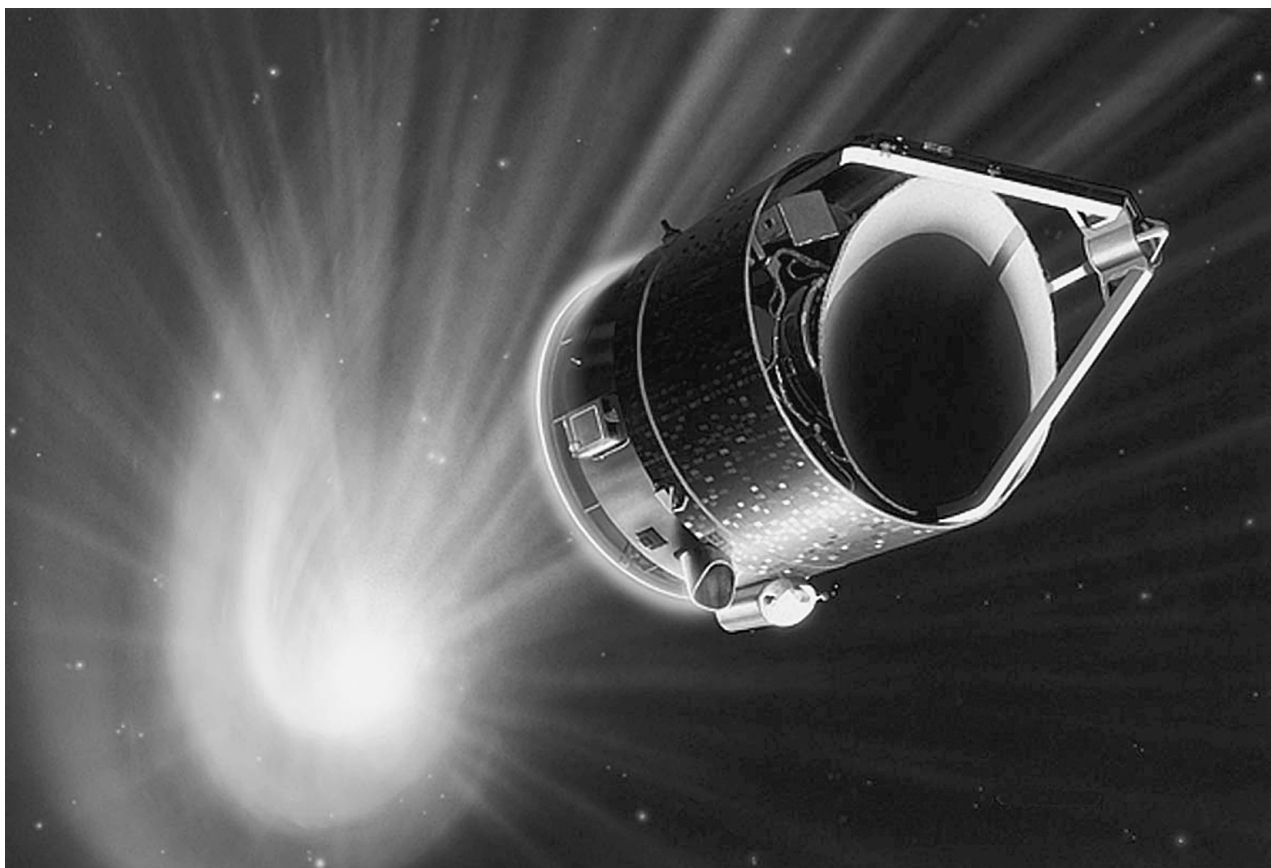


Схема траектории полета АМС "Вега" в 1984–1986 гг.

ном полушарии, второй – в Южном. Они преодолели расстояние 11,5 тыс. км со средней скоростью 69 м/с, измеряя вдоль трассы полета температуру, давление, вертикальные порывы ветра, среднюю освещенность и химический состав атмосферы. Данные зондов обнаружили активные процессы в облачном слое Венеры и суперротацию атмосферы. Когда зонд "Веги-2" пролетал в районе Афродиты над горой вы-

сотой 5 км, он попал в воздушную яму, резко снизившись (на 1,5 км). Оба зонда зафиксировали световые вспышки, – вероятно, грозовые разряды.

Обогнув Венеру на расстоянии 39 и 26,5 тыс. км соответственно, пролетные аппараты АМС "Вега-1" и "Вега-2" совершили баллистический маневр в поле тяготения планеты. 25 и 29 июня, выполнив коррекции траектории полета, станции устремились к своей конеч-



Пролет АМС “Джотто” (ESA) около кометы Галлея. Рисунок ESA.

ной цели – комете Галлея. В рамках проекта “Лоцман” регулярно проводились измерения траектории движения “Веги-1 и -2” и орбиты кометы с целью прокладки курса АМС “Джотто” (ESA). Они пронеслись с огромной скоростью мимо ядра кометы – 80 км/с (скорость движения станций – 34 км/с, кометы – 46 км/с). Благодаря тщательной математической подготовке и согласованным действиям большого международного коллектива удалось выдать все данные для последней коррекции “Джотто” для того, чтобы станция пролетела от ядра кометы на рекордном расстоянии, примерно в 550 км. Навигационный проект “Лоцман” был успешно реализован. Уточнение орбиты кометы продолжалось вплоть до прохождения станций мимо ее ядра.

4 марта 1986 г., когда расстояние от пролетного аппарата АМС “Вега-1” до кометы Галлея было 14 млн км, рас-

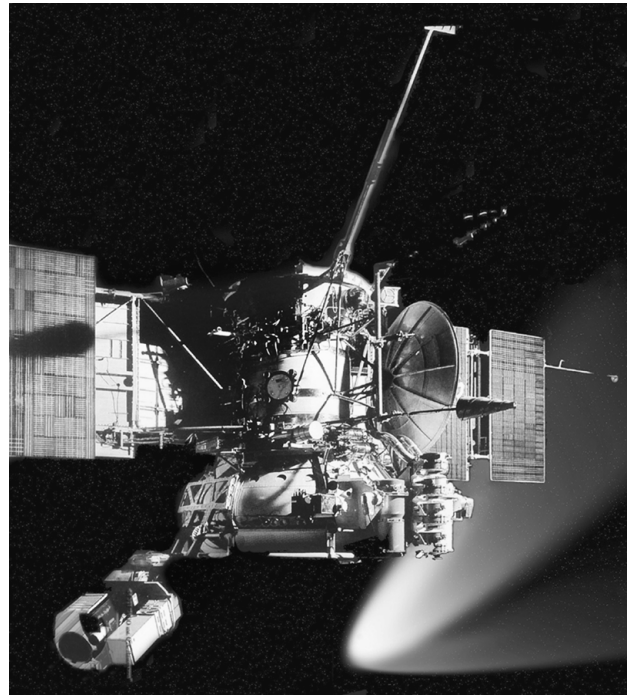
стояние до Земли – 170 млн км, состоялся первый сеанс связи. Через два дня, за 3 ч до максимального сближения с ядром кометы были включены научные приборы; расстояние до кометы составляло 760 тыс. км. Максимальное сближение “Веги-1” с ядром кометы составило 8087 км. 9 марта, за полчаса до максимального сближения (8030 км), произошел отказ в системе управления платформой АСП-Г станции “Вега-2”. Ситуацию удалось исправить, программа выполнена полностью. Сеансы продолжались около 5 ч.

Европейская межпланетная станция “Джотто” массой 960 кг была запущена 2 июля 1985 г. с помощью РН “Ариан-1” с космодрома Куру. На ней размещались 10 приборов: камера для получения цветных изображений ядра кометы, три масс-спектрометра измерения пыли, ионов и нейтральных частиц, два анализатора частиц высоких энергий и

плазмы, фотополариметр для определения состава и структуры тепловых потоков комы, магнитометр и детектор столкновения с пылевыми частицами. В ночь с 13 на 14 марта 1986 г. “Джотто” пролетела на минимальном расстоянии (596 км) от ядра кометы Галлея (Земля и Вселенная, 1986, № 4, с. 32, 49). Расстояние станции до Земли в тот момент составляло около 150 млн км, скорость относительно кометы достигла 68 км/с. Получены детальные изображения лишь около 25 % поверхности ядра кометы Галлея. Они свидетельствуют о чрезвычайно сложной топографии с холмами, впадинами, горными хребтами и, по крайней мере, одним кратером. Пролетев на таком близком расстоянии от ядра кометы, “Джотто” получил повреждения от ее частиц: в частности, вышла из строя фотокамера. Полученные данные позволили уточнить строение и химический состав ядра и комы кометы.

После исследования кометы Галлея АМС “Джотто” перевели в “спящий” режим. В апреле 1990 г. она была возвращена в рабочее состояние, 2 июля совершила пролет рядом с Землей и затем ее направили на встречу с кометой Григга-Скьеллерупа, которая состоялась 10 июля 1992 г. (Земля и Вселенная, 1992, № 6). “Джотто” пролетела мимо ядра кометы на расстоянии около 200 км, и 23 июля 1992 г. в последний раз состоялся сеанс связи.

В ходе пролета “Вега-1 и -2” подверглись очень сильному воздействию кометных частиц. В результате мощность солнечных батарей упала почти на 45%, повреждено пять датчиков, в конце сеанса произошел еще и сбой трехосной ориентации, но она была восстановлена, что позволило провести еще два сеанса изучения кометы на отлете – 10 и 11 марта. Получены около 1500 изображений ее ядра и комы, уникальные научные результаты: удалось определить состав и структуру ядра, его размеры, форму и отражающую способность; наблюдали сложные про-

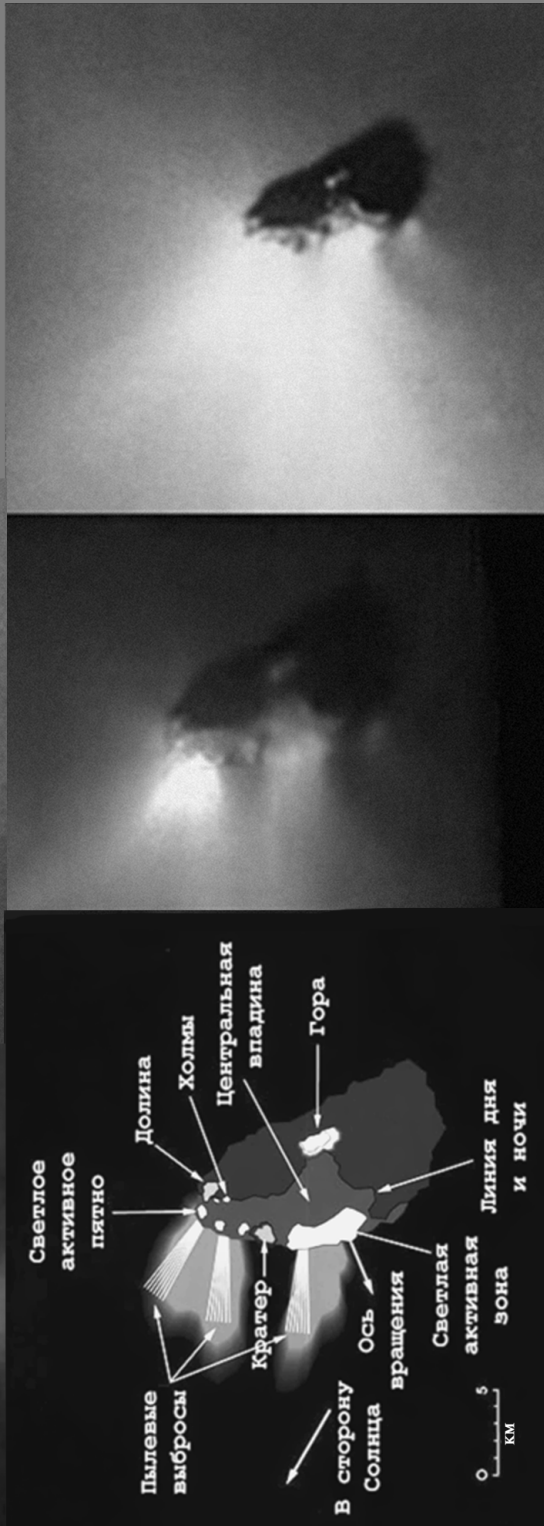


АМС “Вега” пролетает около кометы Галлея. Рисунок.

цессы внутри газовой и пылевой комы (Земля и Вселенная, 1986, № 3, 5; 1987, № 2).

Оказалось, что ядро массой $2,2 \times 10^{11}$ т, средней плотностью около 600 кг/м^3 (меньше плотности воды) представляет собой тело неправильной формы размером $14 \times 8 \times 7,5$ км. Оно вращается, совершая один оборот за 53 ч; температура поверхности нагревается до $+80^\circ \text{C}$. Ядро покрыто тонким почерневшим (альбедо 2–4%, ниже угля) слоем тугоплавкого вещества толщиной 1 см, защищая от нагрева его холодную снежно-ледяную сердцевину. Исследования показали, что испускаемые ядром газы почти на 80 % состоят из водяного пара, на 17% – из монооксида углерода (угарного газа) и на 3–4 % – из диоксида углерода (углекислого газа) со следами метана. Обнаружены сложные органические молекулы, представляющие собой смесь углеродно-водородно-кислородно-азотных соединений и силикатов. Зарегистрированы струйные газопылевые выбросы

Изображения ядра, комы и джетов кометы Галлея (во врезке – модель ядра). Снимки получены АМС "Вега-1" и "Джотто". Март 1986 г.



(джеты) из ядра на десятки тысяч километров; каждую секунду испарялись 30 т водяного пара. Таким образом, при пролете вблизи Солнца комета Галлея теряет путем испарения льда и выбросов пыли примерно 100 млн т вещества. Пыль представляет собой одну из разновидностей метеоритов – углистых хондритов. Температура поверхности испаряющегося “черного льда” варьируется в пределах – от 170 К (–103° С) при высоком альбедо, до 220 К (–53° С) – при низком; однако измерения АМС “Вега-1” показали, что температура поверхности кометы Галлея на самом деле находится в пределах 300–400 К (+30–130° С). Это свидетельствует о том, что активны только 10% поверхности ядра и что большая ее часть покрыта слоем темной пыли, которая поглощает тепло. Но, поскольку масса ядра огромна, то комета еще долго не разрушится.

Уникальные данные о комете Галлея, полученные межпланетными стан-

циями “Вега-1 и -2”, вызвали огромный резонанс в мире. В Падуе (Италия) прошла международная конференция, посвященная результатам исследований.

Хотя программа и завершилась, но пролетные аппараты АМС “Вега-1 и -2” продолжили полет по гелиоцентрической орбите, попутно исследуя метеорные потоки нескольких комет. Последний сеанс связи с “Вегой-1” проведен 30 января 1987 г., с “Вегой-2” – 24 марта 1987 г. Программа “Вега” вписала блестящую страницу в историю освоения космоса. Впервые была реализована масштабная программа, не имевшая прецедента в космических исследованиях.

Следующий перигелий комета Галлея пройдет 28 июля 2061 г. Возможно, тогда будут взяты пробы ядра кометы, что позволит раскрыть тайны происхождения комет и Солнечной системы.

С.А. ГЕРАСЮТИН

Информация

Черная дыра “поедает” звезду и испускает джеты

Международная команда астрономов во главе с ученым из Университета Джона Хопкинса (США) впервые стала свидетелем, как звезда “поглощается” сверхмассивной черной дырой в центре одной из галактик

(см. стр. 3 обложки, вверху). В течение нескольких месяцев наблюдалась звезда размером примерно с наше Солнце, которая отклонялась от своей обычной траектории, попадая в гравитационные “объятия” сверхмассивной черной дыры. Такие события – разрушение и поглощение звезды – крайне редки, причем они сопровождаются выбросом струи раскаленной плазмы (джета) конической формы со скоростью, близкой к световой. Механизм таких извержений до сих пор остается неясным –

скорее всего, их рождают сложные взаимодействия магнитных полей с аккрецирующей в черную дыру материей. Исследование проводилось в различных длинах волн, включая рентгеновский, радио- и оптический диапазоны. Ученым помогло то, что эта галактика располагается близко к Земле – на расстоянии всего лишь 300 млн св. лет от нас – по сравнению с другими, в которых пытались зафиксировать “поглощение” звезды черной дырой.

Пресс-релиз NASA,
26 ноября 2015 г.