

ISSN 0044-3948

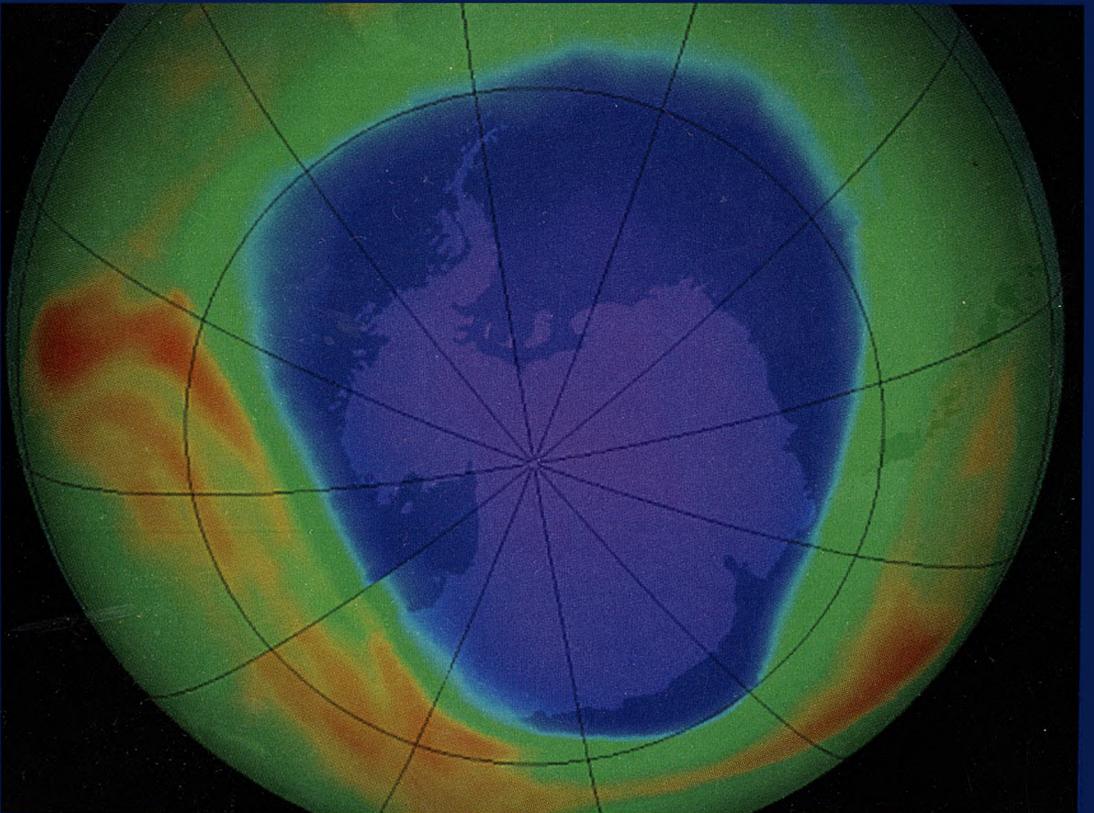
ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

МАРТ-АПРЕЛЬ

2/2015





Научно-популярный журнал
Российской академии наук
Издается под руководством
Президиума РАН
Выходит с января 1965 года
6 раз в год
“Наука”
Москва

Земля и Вселенная

2/2015



Новости науки и другая информация:

Запуск АМС “Хаябуса-2” [15]; Необычная сверхновая [16]; Блики на озере Титана [16]; Солнце в октябре – ноябре 2014 г. [22]; Аэрозоли в атмосфере Марса [25]; Телестудия Роскосмоса [26]; Тайфун Неогури [69]; Запуск метеоспутника “Метеор-М” [100]; Наблюдение образования планет [102]; Модель двойной системы η Киля [103]; КТХ: слияние двух галактик [104]; На Марсе найдены следы микробов? [105]; 42-я основная экспедиция на МКС [106]; Первые исследования на комете [108];

Новые книги: Астроном Бредихин (Фёдор Александрович Бредихин. Авторы-составители С.В. Касаткина, М.Е. Сачков) [68]; Ода науке на примере космологии (Б.Е. Штерн. “Прорыв за край мира”) [98]

В номере:

- 3 ОФФЕРМАН Д., ОЛЬШЕВСКИЙ Ф. Изучение атмосферы Земли: эксперимент “КРИСТА”
17 РОДИОНОВА Ж.Ф. Фотокарта видимого полушария Луны
27 БЕЛИКОВ Ю.Е., НИКОЛАЙШВИЛИ С.Ш. Озоновые дыры: новый взгляд

ЛЮДИ НАУКИ

- 40 ДОКУЧАЕВА О.Д., ЕРЕМЕЕВА А.И., ПОНОМАРЁВА Г.А., ШАМАЕВ В.Г. Лидия Николаевна Радлова
50 КОЗЕНКО А.В. Владимир Александрович Магницкий (к 100-летию со дня рождения)

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 53 ЛАВРОВА О.Ю., МИТЯГИНА М.И., ЛУПЯН Е.А. Перспективы российских исследований ДЗЗ
61 САЧКОВ М.Е. V Бредихинские чтения

ИСТОРИЯ НАУКИ

- 70 КУЗЬМИН А.В. Оптические кратные звезды в ранней астрономии

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 76 ЩИВЬЁВ В.И. Семинар учителей в Железнодорожном

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 79 БОБЫЛЁВ Д.А. Фестиваль “Астрофест-2014”
85 ЩИВЬЁВ В.И. Небесный календарь: май – июнь 2015 г.

ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

- 90 ГЕРАСЮТИН С.А. Памяти Бабакина

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 96 АБАЛАКИН В.К. “Формулы и звезды”



© Российская академия наук
© Редколлегия журнала
“Земля и Вселенная” (составитель), 2015

Zemlya i Vselennaya (Earth and Universe); Moscow, Maronovsky per., 26, f. 1965, 6 a year; by the Nauka (Science) Publishing House; Joint edition of the Russian Academy of Science; popular, current hypotheses of the origin and development of the Earth and Universe; astronomy, geophysics and space research; Chief Editor V.K. Abalakin; Deputy Editor V.M. Kotlyakov; Deputy Editor S.P. Perov

На стр. 1 обложки: Спускаемый аппарат "Филы" АМС "Розетта" (ESA) на поверхности ядра кометы Чурюмова – Герасименко. 12 ноября 2014 г. Рисунок NASA – ESA (к стр. 108).

На стр. 2 обложки: Вверху – Экспедиция на МКС: Е.О. Серова (Россия), Б. Уилмор (США), А.М. Самокутяев, А.Н. Шапалеров (Россия), Т. Вёртс (США) и С. Кристофоретти (ЕСА, Италия). Фото NASA (к стр. 106). Внизу – Озоновая дыра размером 24,1 млн км² над Антарктидой. Фиолетовым цветом обозначена область, где уменьшается общее содержание озона. 30 сентября 2014 г. По данным NASA (к статье Ю.Е. Беликова, С.Ш. Николайшвили).

На стр. 3 обложки: Вверху – Сверхновая 2012Z типа Iaх (обозначена крестиком) в окрестности спиральной галактики NGC 1309 в созвездии Эридана (110 млн св. лет от нас). Во врезке – бинарная система в 2005–2006 гг. и SN 2012Z в 2013–2014 гг. КТХ. Фото NASA/ESA (к стр. 16). Внизу – Яркие блики, отраженные от озер Титана, спутника Сатурна. Мозаика снимков, полученных спектрометром видимого и ИК-диапазона VIMS АМС "Кассини". 21 августа 2014 г. Фото JPL/NASA (к стр. 16).

На стр. 4 обложки: В туманности IC 410 Головастики газовое облако размером 100 св. лет подсвечивается ИК-излучением звезд, находящихся сзади туманности в скоплении NGC 1893 (12 тыс. св. лет, Возничий). Снимок сделан 18 ноября 2014 г. в ИК-спектре космической обсерваторией "WISE". Фото NASA.

In this issue:

- 3 OFFERMANN D., OLSCHEWSKI F. Studying the Earth's Atmosphere: CRISTA Experiment
- 17 RODIONOVA Zh.F. Photographic Map of the Visible Side of the Moon
- 27 BELIKOV Yu.E., NIKOLAYSHVILI S.Sh. Ozone Holes: New Approach

PEOPLE OF SCIENCE

- 40 DOKUCHAEVA O.D., EREMEYEVA A.I., PONOMAREVA G.A., SHAMAEV V.G. Lidiya Nikolayevna Radlova
- 50 KOZENKO A.V. Vladimir Aleksandrovich Maguitsky (to the 100th anniversary of birth)

SYMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

- 53 LAVROVA O.Yu., MITUAGINA M.I., LUPIAN E.A. Perspectives of Russian Remote Sensing Research
- 61 SACHKOV M.E. 5th Bredikhin Readings

HISTORY OF SCIENCE

- 70 KUZMIN A.V. Optical Multiple Stars in the Early Astronomy

ASTRONOMICAL EDUCATION

- 76 SHCHIV'YOV V.I. Seminar of Teachers in Zheleznodorozhny

AMATEUR ASTRONOMY

- 79 BOBYLEV D.A. "Astrofest-2014"
- 85 SHCHIV'YOV V.I. Celestial Calendar: May – June 2015

ON THE EXHIBITIONS AND MUSEUMS

- 90 GERASYUTIN S.A. In the Memory of Babakin

BOOKS ABOUT EARTH AND SKY

- 96 ABALAKIN V.K. "Formulae and Stars"

Редакционная коллегия

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН
Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ
Зам. главного редактора доктор физ.-мат. наук С.П. ПЕРОВ,
доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН,
академик Л.М. ЗЕЛЁНЫЙ,
доктор исторических наук К.В. ИВАНОВ,
кандидат физ.-мат. наук О.Ю. ЛАВРОВА,
член-корр. РАН А.А. МАЛОВИЧКО, доктор физ.-мат. наук И.Г. МИТРОФАНОВ,
член-корр. РАН И.И. МОХОВ, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ,
член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук М.В. РОДКИН,
доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ, член-корр. РАН В.А. СОЛОВЬЁВ,
кандидат физ.-мат. наук О.С. УГОЛЬНИКОВ, член-корр. РАН В.П. САВИНЫХ,
академик А.М. ЧЕРЕПАЩУК, доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

Изучение атмосферы Земли: эксперимент “КРИСТА”

Д. ОФФЕРМАН,
профессор, доктор
Ф. ОЛЬШЕВСКИЙ
Университет Вуппертала, Германия

Результаты уникальных космических экспериментов по наблюдению характеристик изменчивости средней атмосферы и озоносферы были получены с помощью сверхчувствительной инфракрасной аппаратуры, разработанной в Германии, выводимой на околоземную орбиту и возвращаемой на Землю космическими кораблями “Спейс Шаттл”. Орбитальные эксперименты проводились в ноябре 1994 г. и авгу-



сте 1997 г. и сопровождались наблюдениями с Земли различных иссле-

довательских групп во многих странах, включая Россию.

ПРОБЛЕМА ИЗМЕНЧИВОСТИ АТМОСФЕРЫ

В 1980-е гг. группа исследователей земной атмосферы Университета Вуппертала совместно с советскими учеными и учеными других стран выполнила множество ракетных экспериментов.

Немецкие ученые разрабатывали и усовершенствовали инфракрасные спектрометры, измерявшие состав атмосферы в диапазоне высот 50–200 км. Анализ результатов ракетных экспериментов с инфракрасной аппаратурой на борту неожиданно показал зна-

чительное расхождение между измеренными значениями концентрации озона и водяного пара и теоретическими модельными расчетами. Используемая модель дала лишь общее представление об атмосфере – однородной в горизонтальном направлении, зональной,

то есть не меняющейся в западно-восточном направлении и меняющейся только по вертикали. Ее вариабельность в меридиональной области (север-юг) была не слишком высокой. Измеренные вариации параметров атмосферы были весьма существенными, в том числе на малых масштабах! (Данные полетных наблюдений подтвердили значительную изменчивость свойств атмосферы.)

Чтобы глобально исследовать столь малые структуры, необходимо было бы запускать неразумно много ракет, поэтому решили применить технику дистанционных орбитальных наблюдений.

Известные в то время инфракрасные дистанционные спутниковые ме-

тоды обладали плохим пространственным разрешением и не могли решить эту задачу. Ракетные эксперименты это подтверждали.

Одним из известных примеров ярко выраженной двухмерной атмосферной структуры считается озоновая дыра, которую не смогли выявить до проведения комплексного изучения средней атмосферы по проекту "КРИСТА" ("CRISTA", Cryogenic Infrared Spectrometers and Telescopes for the Atmosphere – криогенные инфракрасные спектрометры и телескопы для атмосферы).

АППАРАТУРНЫЙ КОМПЛЕКС "КРИСТА"

К началу 1990-х гг. немецкие ученые в рам-

ках университетского, то есть сравнительно недорогого, проекта "КРИСТА" разработали спутниковый эксперимент и приборы с высоким пространственным разрешением. Сотрудники и студенты Университета Вуппертала выполнили большую часть проектирования и конструирования, включая работы с комплексом аппаратуры в Центре управления полетами Космического центра им. Дж. Кеннеди (США). При изготовлении приборов они уделяли самое серьезное внимание надежности и следовали правилам известного немецкого конструктора ракетно-космической техники В. фон Брауна – максимальная простота разработки и многочисленые и всесторонние

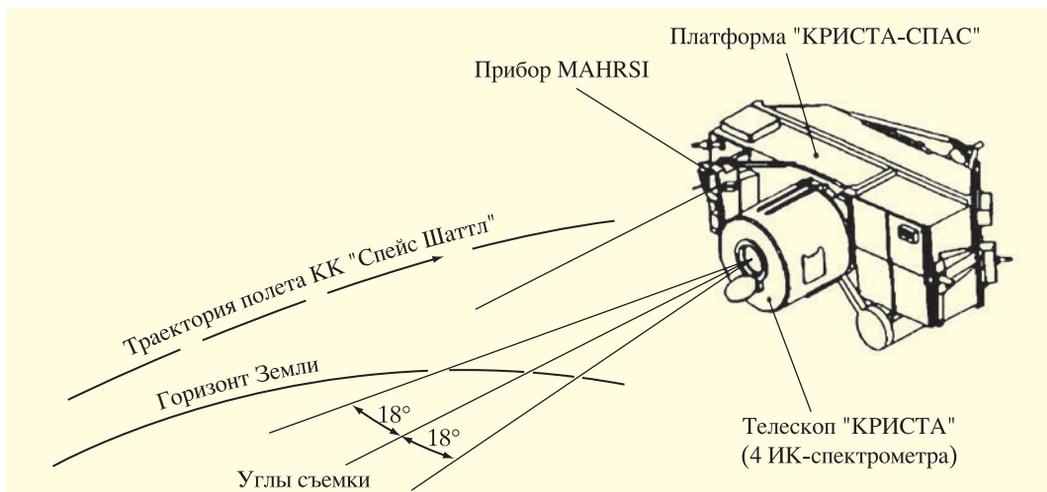


Схема измерений, выполненных с помощью комплекса приборов "КРИСТА" в свободном орбитальном полете. "КРИСТА" состоит из трех телескопов с разделением направлений визирования 18° . Это дает разрешение по горизонтали 650 км в тангенциальной точке при сканировании лимба видимого диска Земли. Рисунок ESA.



Сборка комплекса аппаратуры "КРИСТА" на платформе-носителе "КРИСТА-СПАС" в Центре пилотируемых космических полетов им. Л. Джонсона (штат Флорида). Фото NASA.

испытания. Они выбрали один из самых традиционных типов спектрометров с решетками, для максимальной надежности использовано 26 детекторов. Была создана защита от энергичных частиц магнитосферы, что особенно важно при

полете над Бразильской магнитной аномалией.

Основная идея эксперимента – выявление малых и средних пространственных структур в строении атмосферы и их изменчивости в глобальном масштабе лимбовым спектральным сканированием в области страто-

мезосферы и нижней термосферы с разрешением 1–2 км. Горизонтальное разрешение улучшили, разместив на борту три телескопа со спектрометрами, измерявших с рекордной скоростью параметры атмосферы в трех разных направлениях. Ее существен-

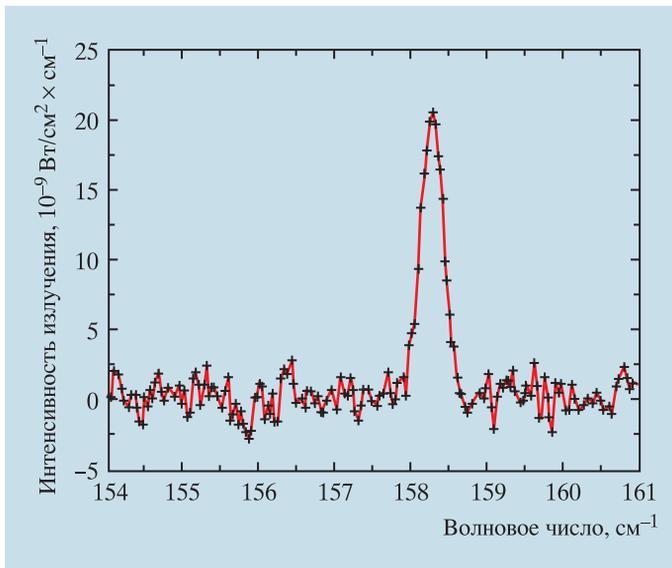


Диаграмма одиночного спектра линии излучения атомарного кислорода ($\lambda = 63$ мкм), по данным эксперимента "КРИСТА". ESA, NASA.

ное увеличение умножало число шагов и частоту измерений вдоль трассы полета по орбите. Это потребовало охлаждения оптических деталей и высокочувствительных инфракрасных детекторов до очень низких температур. Динамические пространственные структуры атмосферы, характеризующие ее динамику, могут быть обнаружены только методом индикации распределения малых (следовых) примесей в трех измерениях. В атмосфере существуют малые примеси, подходящие для этого. Правда, каждая из них ограничена диапазоном высот, поэтому заданное количество различных газовых примесей необходимо измерять одновременно.

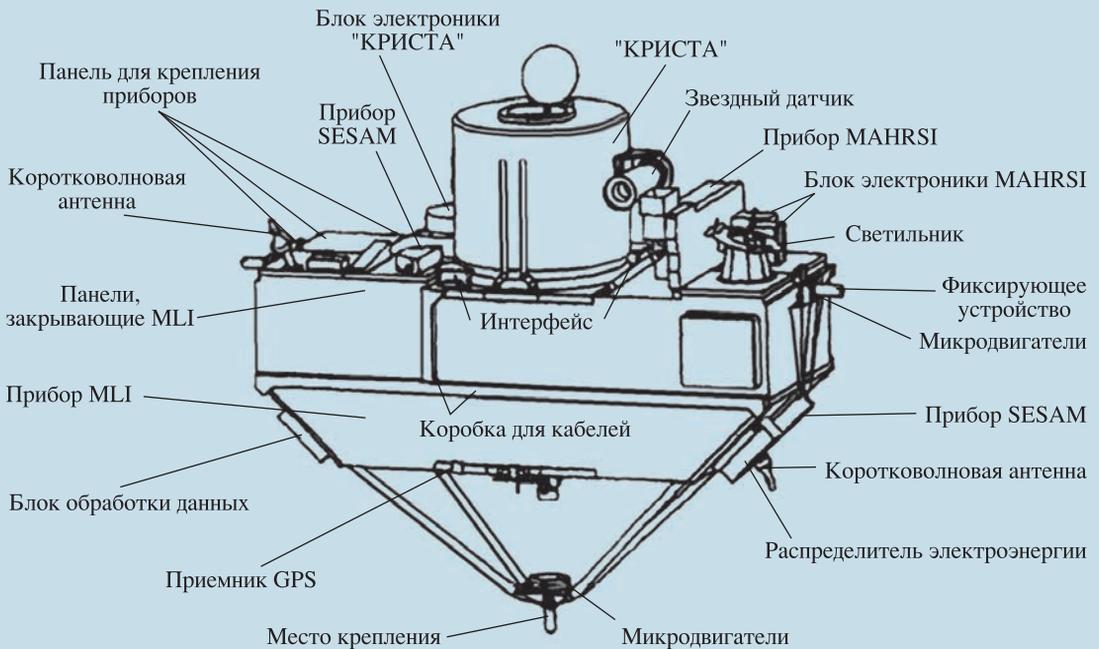
В ходе эксперимента по проекту "КРИСТА" были

использованы четыре инфракрасных спектрометра (диапазон длин волн – 4–14 мкм и 14–71 мкм) с 26 спектральными каналами, регистрирующими сигналы от 17 различных малых газовых примесей атмосферы. Многие из этих примесей важны не только для исследования динамики атмосферы, но и для изучения ее химических свойств и энергетического баланса. Детекторы спектрометров представляли собой миниатюрные кристаллы объемом 1 мм^3 , изготовленные на основе кремния, германия, галлия и других элементов и охлаждаемые до очень низких температур с помощью сверхкритического гелия (13 К) и переохлажденного гелия (ниже 3 К). Кроме детекторов до криогенных температур охлаждали

спектрометры, телескопы и детали оптических систем. Такие меры дали возможность получить желаемую скорость измерений, то есть измерять в секунду все газовые составляющие с пространственным разрешением 2 км в вертикальном направлении (по лимбу) и 400 км – в горизонтальной плоскости.

Криогенное охлаждение приборов позволило расширить измерения в дальнем ИК-диапазоне (до 71 мкм) и измерить эмиссии атомарного кислорода на длине волны 63 мкм в нижней термосфере (100–180 км). Атомарный кислород – важный компонент атмосферы на данных высотах, и его особенно трудно фиксировать. Это связано с тем, что спектральная линия с длиной волны 63 мкм также характерна для астрономических объектов (например, холодных облаков в процессе раннего формирования звезды). Исследовать излучение атомарного кислорода в термосфере важно и по этой причине.

Основная цель проекта "КРИСТА" – проведение



Расположение научных приборов "КРИСТА" и бортовых систем на платформе-носителе "КРИСТА-СПАС". Рисунок ESA, NASA.

глобальных разведочных измерений параметров атмосферы и характеристик их изменчивости. Для этого относительно короткие орбитальные полеты (одна-две недели) на КК "Спейс Шаттл" были вполне достаточными. Объем грузового отсека корабля позво-

лял разместить относительно крупные научные приборы и оборудование, поэтому комплекс аппаратуры "КРИСТА" общей массой 1350 кг разработан по стандартным требованиям для полета "Спейс Шаттла".

Инструменты, размещенные в большом вакуумном резервуаре с криогенным охлаждением, были оснащены эластичными деталями для соединения осей и прерывателей, что обеспечивает надежность перемещения элементов устройства в вакууме.

В комплекс входили цистерны, содержащие 755 л сверхкритического гелия (5–13 К, 5 бар) и 55 л охлажденного гелия (2,5–4,2 К). При возникновении микротечей в сварных швах гелиевых резервуаров индикатор сразу их фиксировал. В гелий добавляли более тяжелый жидкий азот, затем всю систему переворачивали, пока азот не закрывал микротечь. Комплекс приборов "КРИСТА" с бортовыми системами обслуживания устанавливали на выносной платформе

“КРИСТА-СПАС” (“CRISTA-SPAS”) длиной 3 м, диаметром 1,4 м и массой 1900 кг, изготовленной консорциумом DARA/Daimler-Benz Aerospace (Германия). Платформу “КРИСТА-СПАС” оборудовали источниками питания, системами управления, ориентации, связи, регистрации данных и терморегулирования, двигателями маневрирования.

Уникальная особенность эксперимента “КРИСТА” – это исследование атмосферы в свободном полете в течение основной фазы миссии на расстоянии около 100 км позади КК “Спейс Шаттл”, работа двигателей которого не влияла на измерения. Комплекс “КРИСТА” из грузового отсека корабля “Спейс Шаттл” выводили в автономный полет рукой-манипулятором. Полет проходил на круговой околоземной орбите высотой около 300 км с наклоном 57°. После 10 сут исследований комплекс возвращали в грузовой отсек КК “Спейс Шаттл” и затем доставляли на Землю.

Направление сканирования приборами “КРИСТА” участков атмосферы было противоположно направлению орбитального полета корабля “Спейс Шаттл” из-за возможного при высоких скоростях эффекта следа. Измерения охватывали область от 74° с.ш. до 74° ю.ш., информацию записыва-

ли на борту в реальном времени. После посадки челнока ее передавали в Немецкий центр данных глубокой разведки и Центр авиационных и космических полетов в Оберпфaffenхофене (Германия).

При климатических и вибрационных испытаниях аппаратуры “КРИСТА” были некоторые трудности, в основном из-за ее габаритов. Самый большой вибрационный стенд в Германии едва достигал требуемых NASA уровней вибрации. Крупнейшая термобарокамера смогла вместить аппаратуру “КРИСТА”, но работа ее криогенной системы в течение многочасовых термических и вакуумных испытаний проходила с некоторыми трудностями.

Концепция конструирования и производства приборов подтвердила правильность выбора. Два полета с аппаратурой “КРИСТА” были успешными: в них не было ни одного отказа (кроме потери детектора уже во время приземления челнока в первом полете).

Специальная часть испытаний и проверок приборов “КРИСТА” – их калибровка в специальной камере. Ее осуществляли до и после космического полета для каждого из трех направлений полетного визирования. Используемый источник излучения – черное тело большой площади с переменной температу-

рой, охлаждаемое криогенным методом. Спектральную калибровку выполняли с помощью газовой ячейки, которая содержала активные в инфракрасной области атмосферные газы. Лабораторные спектральные калибровки контролировали в течение полета сравнением с измеряемыми атмосферными спектрами. Направления визирования телескопов определяли в лаборатории с применением точечных источников на значительном расстоянии. Эти направления контролировали в полете по Юпитеру и Марсу.

Погрешности измерения температуры составили 2–8 К, относительной концентрации (отношения смеси углекислого газа) – 15–25% в зависимости от высоты, отношения смеси озона – 3–17% на высоте 40–65 км и 17–47% на высоте 65–90 км в дневное время, 4–15% на высоте 40–70 км и 15–27% на высоте 70–90 км в ночное время.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ “КРИСТА”

Инструменты комплекса “КРИСТА” работали на борту космических кораблей “Атлантис” (STS-66) с 3 по 14 ноября 1994 г. и “Дискавери” (STS-85) с 7 по 19 августа 1997 г. Космические исследования проводили днем и ночью в диапазоне высот от 8 км до 180 км. Во вто-



Платформа “КРИСТА-СПАС” во время контрольной проверки: а) 3 ноября 1994 г., полет КК “Атлантис” (STS-66); б) 8 августа 1997 г., полет КК “Дискавери” (STS-85). Фото NASA.

ром полете использовали также прибор MАНRSI (Морская исследовательская лаборатория, США), регистрирующий в средней атмосфере концентрацию окиси азота (NO) в ультрафиолетовой области спектра.

Группы ученых из разных стран проводили согласованные измерения параметров атмосферы на 46 наземных станциях с запуском 78 шаровозондов и аэростатов и 43 ракет, чтобы контролировать и сопоставлять полученные данные из

космоса и с Земли. Самолет-лаборатория выполнил пять полетов в районе тропопаузы длительностью несколько часов, причем траектории полетов были совмещены с траекторией “КРИСТА”. В этой кампании участвовали многие международные научные группы, в том числе из России.

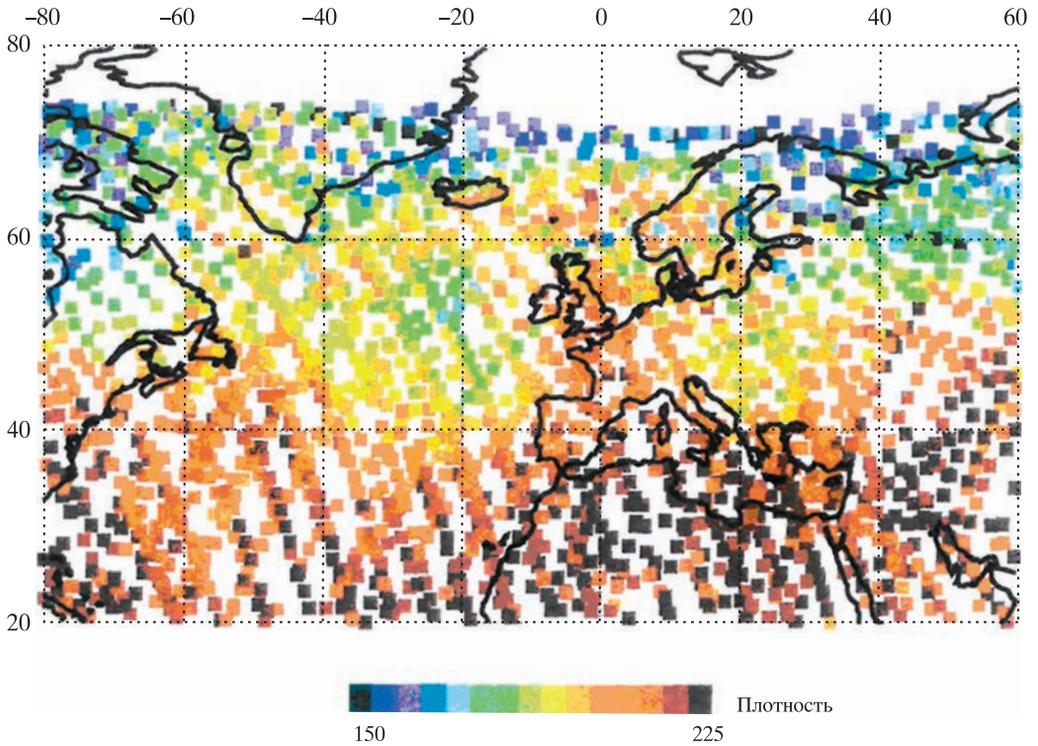
Приборы “КРИСТА” обеспечили более полные, надежные и детальные измерения по сравнению с измерениями, выполненными с помощью приборов, имевшихся в то время в распоряжении ученых.

Величины измеренных температур и концентраций газов стали учитывать при анализе атмосферной химии и энергетического ба-

ланса атмосферы. Анализ наблюдений аппаратурой “КРИСТА” решил главную задачу, поставленную исследователями, – выявление деталей структуры и циркуляции атмосферы: перенос воздушных масс, изменчивость ветров, волн, турбулентности и ее сезонные особенности в разных слоях и на разных высотах.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Карта горизонтального распределения в Северном полушарии малой газовой компоненты атмосферы N₂O на высоте около 30 км (6 ноября 1994 г.) показывает большой меридиональный градиент с высокими значениями этого



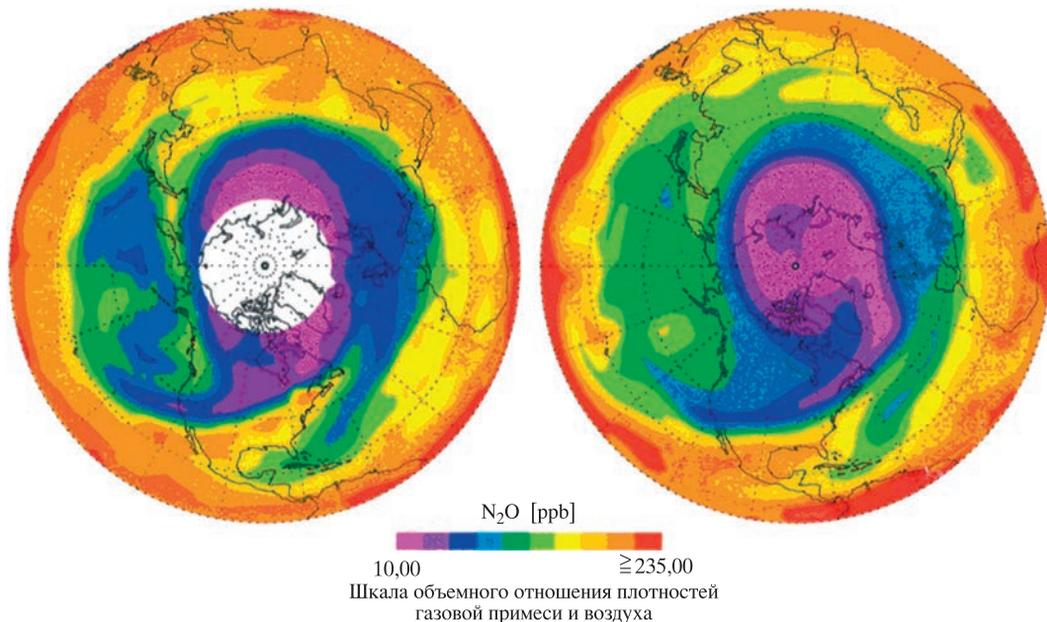
Карта горизонтального распределения малой атмосферной примеси CFC₁₁ на 16-км высоте над Западной Европой и Атлантикой. Увеличенная плотность этой газовой примеси наблюдается в нижней стратосфере над Великобританией, Францией и Испанией, уменьшенная плотность – к западу и востоку от этого района над Восточной Атлантикой и Восточной Европой. 10–13 августа 1997 г. Рисунок ESA, NASA.

параметра в низких широтах. В полярных широтах его величины оказались очень низкими, что указывает на их связь с циркумполярным вихрем – обширной долговременной вращающейся структурой, внутри которой идет нисходящий поток холодного воздуха. Именно здесь вследствие низких температур формируется озоновая дыра в Южном (а иногда и в Северном) полушарии. Примечательная особенность такой структуры – отклонение

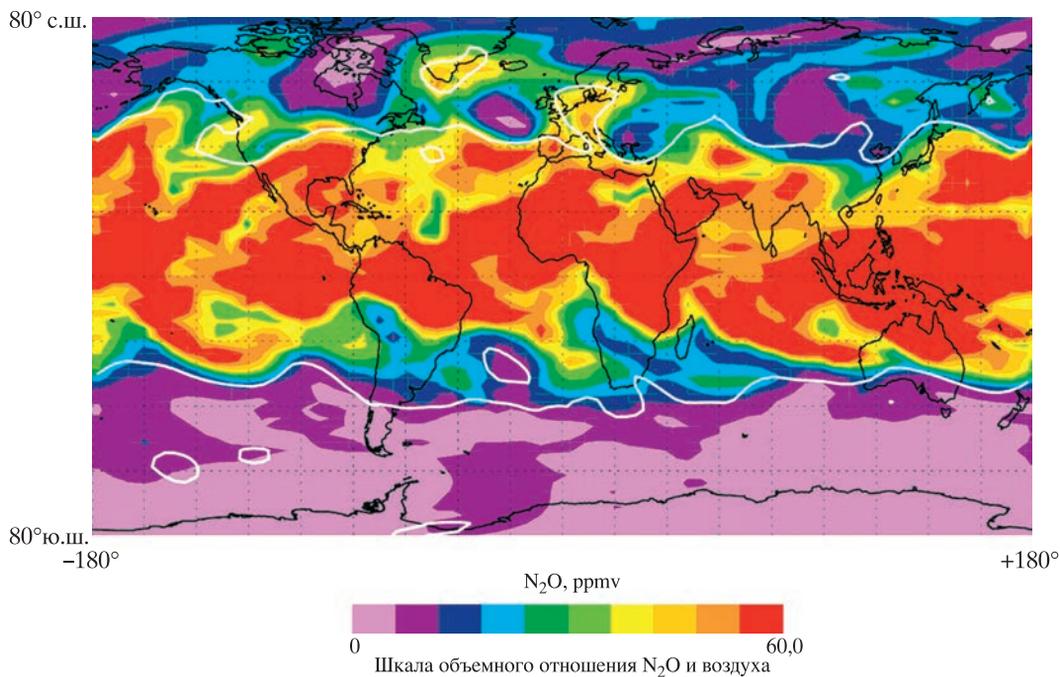
горизонтального распределения от зональной симметрии. Два спиральных рукава атмосферной циркуляции, называемые стримерами, с малыми газовыми примесями постепенно увеличиваются от высоких к более низким широтам с перемещением воздушных масс по часовой стрелке. Большой стример образуется в Восточной Азии, стример меньшего размера формируется в южной части США и Мексике и распространяется над Атлантическим океаном

на северо-восток. Чтобы выявить такие структуры, необходима высокая горизонтальная разрешающая способность, свойственная методу “КРИСТА”. Полученные с его помощью данные о структуре были довольно близки к компьютерной модели (опубликована в 1999 г.) и позволили в дальнейшем существенно ее усовершенствовать.

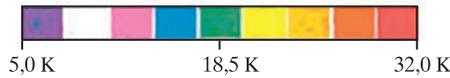
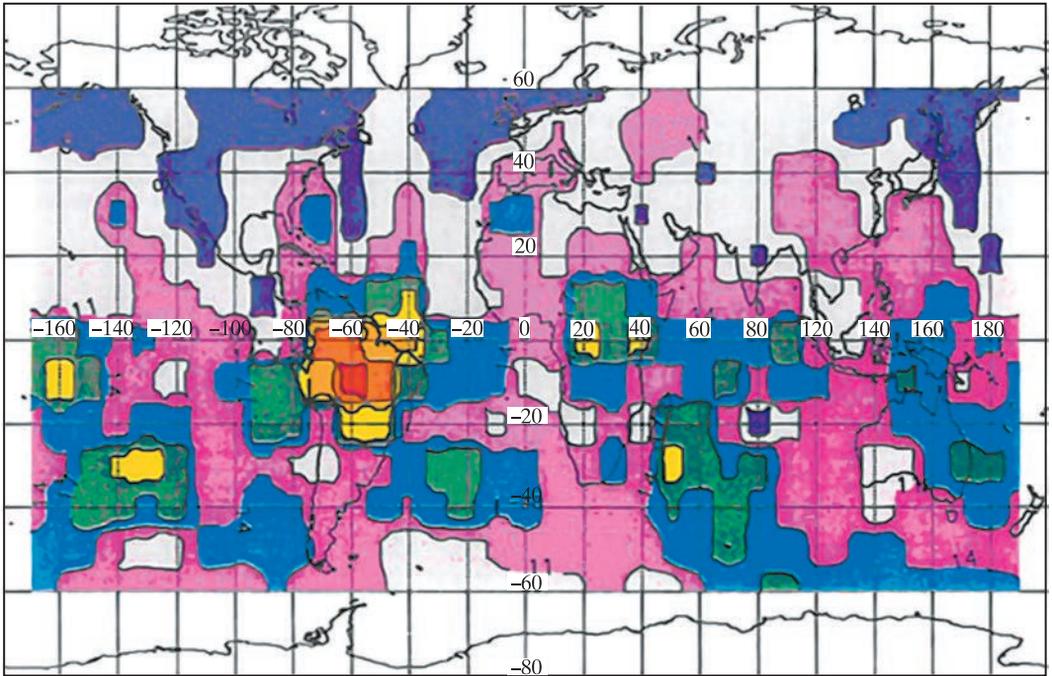
Другой пример – это два стримера, развивающиеся над Тихим океаном и перемещающиеся



Карты распределения малой газовой примеси N_2O на 30-км высоте в Северном полушарии: слева – данные измерений 6 ноября 1994 г., справа – модельные расчеты. В полярных широтах развивается циркумполярный вихрь (фиолетовый цвет). Рисунки ESA, NASA.



Распределение малой газовой примеси N_2O на высоте 12 км. 12 августа 1997 г. (ассимилированные данные). Тропауза показана белыми линиями. Рисунок ESA, NASA.



Шкала температурных стандартных отклонений от средних значений в горизонтальных ячейках $20^\circ \times 20^\circ$ по широте и долготе

Карта мира с глобальным распределением температурных флуктуаций вблизи мезопаузы на высоте 87 км. Рисунок ESA, NASA.

от тропиков к северным средним широтам. Один стример формируется в южной части США и распространяется на северо-восток, к Атлантическому океану. Второй, гораздо больший, образуется в Восточной Азии, простирается над Алеутскими островами и Аляской на северо-восток, затем поворачивает на юг, движется вдоль побережья Северной Америки

и, наконец, перемещаясь в западном направлении, возвращается к центру Тихого океана. Такой стример, очень “тонкий” по сравнению с его длиной, ученые назвали филламентом (нитью). Он может переносить воздух на значительные расстояния.

Малые примеси как индикаторы выявляют особенности атмосферной динамики на раз-

ных высотах и широтах. В качестве примера рассмотрим распределение на экваторе вблизи тропопаузы 12 августа 1997 г. водяного пара на малых высотах (около 12 км) в тропиках и субтропиках. Изменчивость плотности водяного пара оказалась повышенной на средних и малых пространственных (около 400 км) масштабах. Языки влажных воздушных

масс развивались к югу от экватора и распространялись в юго-восточном направлении. Они, как правило, окружают области сухого воздуха, например к югу от Индонезии. Формирование или исчезновение таких влажных областей может происходить в распространяющихся потоках воздуха.

Результаты наблюдений с высоким пространственным разрешением показали, что горизонтальные атмосферные турбулентные вихри достигают больших размеров. Они ха-

рактеризуются крупными меридиональными и вертикальными структурами, то есть радикальные динамические изменения зависят от широты и высоты.

Самые малые структуры были обнаружены в мезопазуе и проанализированы. На высоте около 80 км изменчивость структур малых масштабов в значительной степени возникает вследствие влияния атмосферных волн, распространяющихся в атмосфере вверх и, как правило, значительно увеличивающих свою

амплитуду при уменьшении плотности с высотой. Установлено, что стандартное отклонение от среднего значения любого параметра, такого, например, как температура, может служить мерой волновой активности. При несложных вычислениях это дает упрощенную оценку температурных амплитуд. Например, на высоте 87 км средние температуры в ячейках $20^\circ \times 20^\circ$ долготы и широты достигают 132 К, волновые амплитуды доходят до 145 К. Это показал анализ измерений во втором полете



Группа сотрудников и студентов Университета Вупперталя (Германия), участвовавших в эксперименте "КРИСТА". На заднем плане – КК "Дискавери" на стартовом комплексе. Космический центр им. Дж. Кеннеди. 7 августа 1997 г. Фото NASA.

“КРИСТА”. Несимметричное распределение данных измерений в долготном и меридиональном направлении указывают на суперпозицию различных типов волн, таких как планетарные, гравитационные волны и/или приливы. Внутренние пятна с максимумами температуры были обнаружены недалеко от района Амазонии, вблизи экватора над Африкой, Индонезией и средней частью Тихого океана. Они расположены почти регулярно в зональном (долготном) направлении и, таким образом, указывают на закономерность в общей хаотической картине.

“КРИСТА” – многосторонний эксперимент, в ходе которого получен солидный объем информации, она активно и эффективно используется исследователями в науках об атмосфере. Ученые из международной группы специалистов сотрудничали при анализе и оценке данных эксперимента “КРИСТА”, их результаты опубликованы более чем в 150 статьях.

ИТОГИ

Два успешных космических эксперимента “КРИСТА” (в первой половине ноября 1994 г. и в первой половине августа 1997 г.) впервые дали возможность детально исследовать атмосферу практически в глобаль-

ном масштабе в течение осенне-зимнего (весенне-летнего) и летнего (зимнего) сезонов в Северном (Южном) полушарии соответственно. Были созданы архивы и банки данных, доступные всем пользователям. Сравнение пространственных распределений параметров атмосферы в разные сезоны указывает на заметное отличие строения и состава атмосферы, увеличивающееся с ростом широты в обоих полушариях. Уменьшение отношения смеси углекислого газа начинается гораздо ниже – в области 70 км – по сравнению с данными большинства современных моделей – 85–90 км. Проанализированы характеристики мезосферных инверсий температуры, проведено сравнение этих характеристик с модельными расчетами общей циркуляции атмосферы HAMMONIA. Сопоставление средних профилей содержания озона (день – ночь) с рядом модельных профилей показало, что данные эксперимента “КРИСТА” намного превышают модельные значения.

Полученная информация о параметрах мезосферы и нижней термосферы уникальна по объему и полноте описания их свойств. Она необходима для совершенствования трехмерных численных химико-климатических моделей, мо-

делей процессов формирования неравновесных колебаний состояния молекул газов, а также при решении различных задач переноса неравновесного излучения в верхней атмосфере. Высокая изменчивость атмосферы – особенность многих планет, если они вращаются с той же скоростью, что и Земля. Особенностью средней и верхней атмосферы Земли считают взаимодействие различных слоев (или высотных режимов), как, например, возможное влияние стратосферы на тропосферу, а фактически – на погоду.

Помимо понимания физических процессов в атмосфере и ее характеристик (параметров) важно определить математические коэффициенты, описывающие их флуктуации, вариабельность. Такие коэффициенты (например, коэффициент Ляпунова) вводятся в атмосферные модели и в конечном итоге способствуют улучшению прогностической способности моделей. Прогноз крупно- и маломасштабных изменений – конечная цель климатических моделей.

Данные дистанционного зондирования с высоким пространственно-временным разрешением, полученные в экспериментах “КРИСТА”, подтвердили более ранние измерения, выполненные с помощью метеорологических баллонов и

ракет: атмосферная изменчивость характерна для всех высот, долгот, широт. Приборы “КРИСТА” обнаружили мелкомасштабные структуры в атмосфере, после чего возникла необходимость выполнять продолжительные климатологические спутниковые наблюдения. NASA пыталось реализовать их в эксперименте HIRDLS, когда наблюдения атмосферных процессов велись в семи простран-

ственных направлениях. Но, к сожалению, этот эксперимент закончился аварией. Таким образом, результативных измерений с высоким разрешением и расширенным географическим и временным охватом до сих пор не было. Остается надеяться, что в будущем проведут соответствующий эксперимент и молодые специалисты команды “КРИСТА” увидят данные долговременных орбитальных измерений

с характеристиками, превышающими рекордные достижения по программе “КРИСТА”.

Сейчас инструменты комплекса “КРИСТА” и космическая платформа-носитель “КРИСТА-СПАС” экспонируются в Музее техники в Мюнхене.

*Перевод с английского
С.П. Перова*

*Иллюстрации
предоставлены
Американским геофизическим союзом и NASA*

Информация

Запуск АМС “Хаябуса-2”

3 декабря 2014 г. с космодрома Танэгасима с помощью ракеты-носителя “Н-2А” запущена японская АМС “Хаябуса-2” (“Hayabusa-2” – Сокол) для исследования астероида (162173) 1999JU3. На станции (1 × 1,5 × 1,6 м; 600 кг) 4 научных прибора: гиперспектральный ИК-микроскоп для исследования минерального состава астероида; мульти-спектральная широкоугольная камера для составления геологической карты

поверхности; радиометр для измерения поверхностной температуры; магнитометр. АМС доставит на астероид посадочный аппарат MASCOT массой 10 кг с научными приборами массой 3 кг, который будет перемещаться по поверхности прыжками. “Хаябуса-2” приземлится на астероид в середине 2018 г. и пробудет там 1,5 года. При приближении к астероиду с расстояния 100 м в него будет выпущен со скоростью 2 км/с металлический снаряд-импактор, который произведет небольшой взрыв на поверхности небесного тела. Собранные с помощью выдвинутого устройства образцы грунта будут помещены в контейнер. В декабре 2019 г. АМС отправится в обратный путь и вернется на Зем-

лю в декабре 2020 г. Ожидается, что станция сможет передать 0,7 Гбит научной информации со средней скоростью 32 кбит/с.

Астероид 1999JU3 группы Аполлона удален от Земли на 300 млн км (период обращения – 474 сут, период вращения – 7,63 ч). Попасть на тело размером 920 м, движущееся со средней скоростью 27 км/с, сложно. Станции за 6 лет придется преодолеть 5,2 млрд км. Японские ученые считают, что получение проб с астероида позволит узнать, какими были тогда органические вещества и вода, как они взаимодействовали. Это даст возможность вплотную подойти к разгадке возникновения жизни.

Пресс-релиз JAXA,
4 декабря 2014 г.

Необычная сверхновая

Астрономы Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики заявили об открытии нового класса сверхновых звезд. Космический телескоп им. Э. Хаббла проследил, как из бинарной системы, находящейся в 110 млн св. лет от Земли в окрестности спиральной галактики NGC 1309 в созвездии Эридана, образовалась экзотическая сверхновая 2012Z типа Iax (см. стр. 3

обложки,верху). Она обнаружена в январе 2012 г. на Ликской обсерватории.

Обычно при вспышке сверхновой взрывающийся белый карлик полностью разрушается. В данном случае после необычно слабого взрыва сверхновой осталась уцелевшая часть белого карлика. Его компаньон сбросил внешнюю водородную оболочку, обнажив гелиевое ядро. Белый карлик “перекачивает” вещество со звезды-компаньона до тех пор, пока она не переходит в неустойчивое состояние и не взрывается как мини-сверхновая, оставляя после себя уцелевшую звезду, богатую углеродом и кислородом.

Изучив снимки, сделанные КТХ за годы до взры-

ва 2012Z, астрономы идентифицировали бинарную систему как голубую звезду-компаньона, подпитывающую энергией белого карлика. Они наблюдали процесс, запустивший термоядерную реакцию и инициировавший маломощный взрыв сверхновой. Новый класс мини-сверхновых (Iax) отличается разнообразием светимости и блеска, они встречаются гораздо реже, чем обычные типа Ia, их известно всего 25. Породившая сверхновую 2012Z бинарная система небольшая и испускает мало энергии, поэтому ее трудно найти в отличие от сверхновых других типов.

Пресс-релиз NASA,
6 августа 2014 г.

Блики на озере Титана

24 октября 2014 г. АМС “Кассини” пролетела около Титана и передала снимки этого спутника Сатурна (см. стр. 3 обложки, внизу). На них запечатлен яркий солнечный блик, отразившийся от поверхности крупнейшего углеводородного озера Кракен. В прошлом “Кассини” уже получала снимки

углеводородных озер Титана (Земля и Вселенная, 2006, № 4; 2013, № 5). Но впервые озеро с отблесками солнечного света оказалось на одном изображении. На снимке над озером Лигейя около Северного полюса Титана видны яркие метановые облака стреловидной формы. Холодные углеводородные дожди из этих облаков наполняют озера жидким метаном и этаном. Яркая кайма вокруг озера Кракен указывает на то, что в прошлом оно было крупным, но испарение постепенно уменьшает его размеры.

До прибытия “Кассини” в систему Сатурна в 2004 г. ученые рассматривали несколько гипотез, по одной из них вся поверхность Титана была покрыта сплошным метаново-этановым океаном. Однако исследования “Кассини” показали, что крупные озера расположены только вблизи полюсов (большинство около Северного полюса), а приэкваториальные зоны и области средних широт покрыты песчаными дюнами и ледяными скалами.

Пресс-релиз NASA,
30 октября 2014 г.

Фотокарта видимого полушария Луны

Ж.Ф. РОДИОНОВА,
кандидат физико-математических наук
ГАИШ МГУ

В 2014 г. в Отделе исследований Луны и планет ГАИШ МГУ подготовлена “Фотокарта видимого полушария Луны” (1:8 000 000) с местами посадок автоматических лунных станций и пилотируемых посадочных модулей (программа “Аполлон”). Составитель карты – И.С. Агамалян, научные редакторы – кандидаты физико-математических наук Ж.Ф. Родионова и



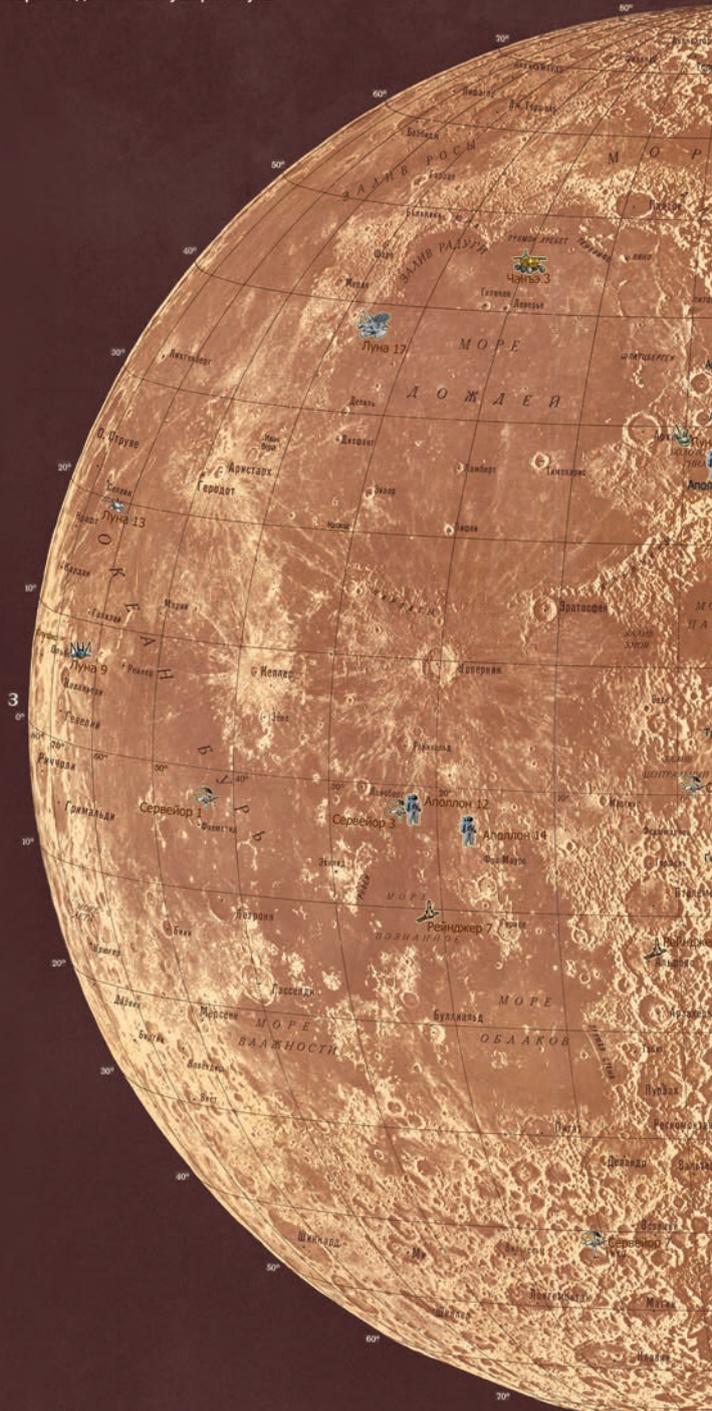
В.Г. Сурдин, руководитель физико-математических наук В.В. Шевченко.

С 1959 по 2013 г. прилунились 23 космических аппарата, 4 из них совершили жесткую посадку: “Луна-2” (СССР) в 1959 г., “Рейнджер-7, -8 и -9” (США) в 1964–1965 гг. (Земля и Вселенная, 1999, № 6; 2009, № 4; 1966, № 9). Первую мягкую посадку осуществил 3 февраля 1966 г. советский спускаемый аппарат АМС “Луна-9” (Земля и Вселенная, 1966, № 1; 2006, № 2), 2 июня 1966 г. прилунилась американская АМС “Сервейер-1” (Земля и Вселенная, 1966, № 6). В 1969–1972 гг. 6 лунных посадочных модулей пи-

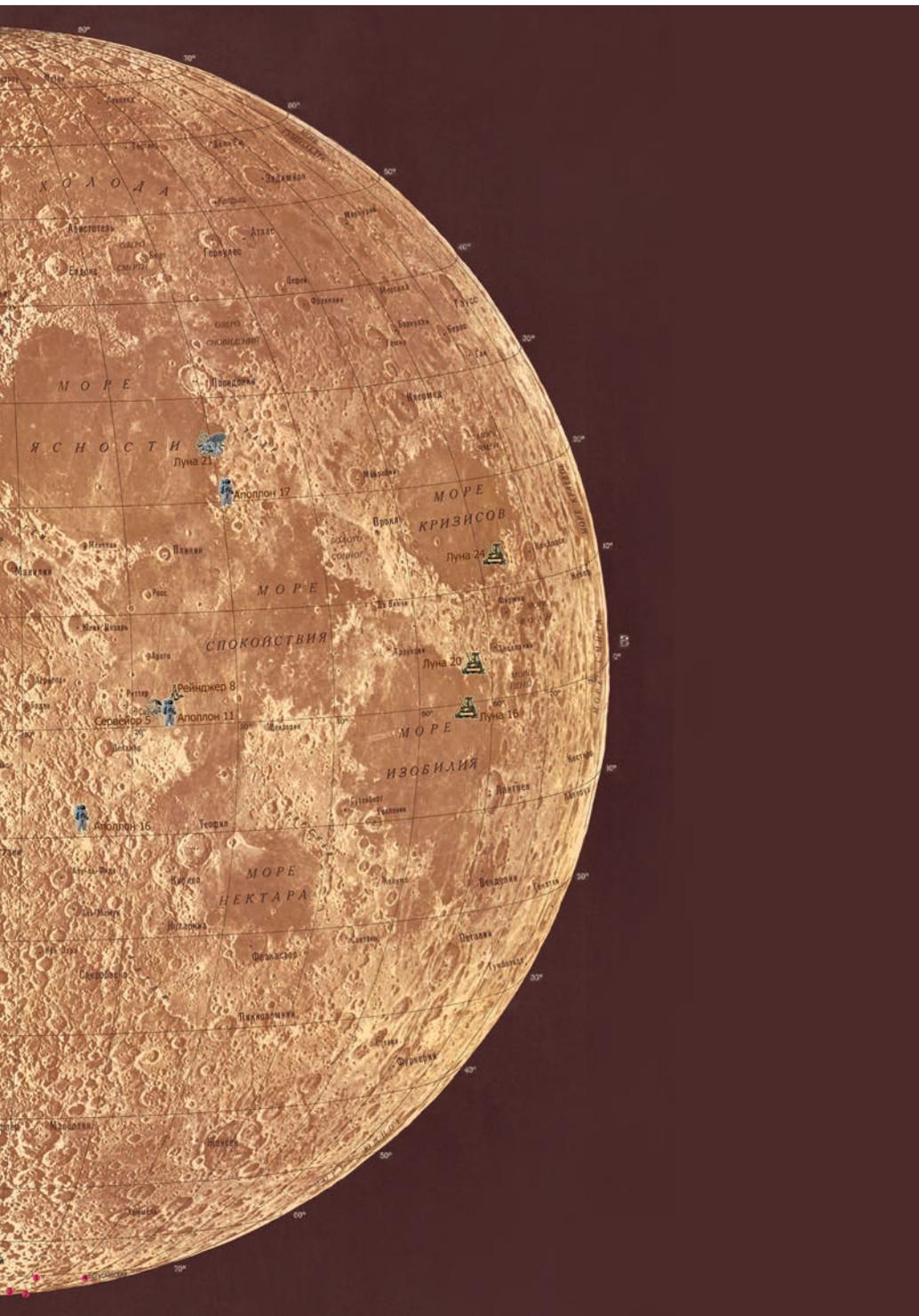
лотируемых космических кораблей “Аполлон” доставили на лунную поверхность 12 астронавтов, которые выполнили исследования, установили на Луне научную аппаратуру и привезли на Землю 379 кг образцов лунного грунта и камней (Земля и Вселенная,

лотируемых космических кораблей “Аполлон” доставили на лунную поверхность 12 астронавтов, которые выполнили исследования, установили на Луне научную аппаратуру и привезли на Землю 379 кг образцов лунного грунта и камней (Земля и Вселенная,

Фотокарта видимого полушария Луны



Масштаб 1:8 000 000



ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛУНЫ*

Параметр	Значение
Большая полуось орбиты (среднее расстояние от Земли)	384 400 км
Расстояние в перигее	363 100 км
Расстояние в апогее	405 700 км
Сидерический месяц (период обращения и вращения)	27,32 суток
Синодический месяц, средний (период смены фаз)	29,53 суток
Наклонение орбиты к эклиптике, среднее	5° 08' 43"
Эксцентриситет орбиты, средний	0,0549
Период движения восходящего узла орбиты (в обратном направлении)	18,6 лет
Период движения перигея орбиты (в прямом направлении)	8,85 лет
Средняя орбитальная скорость	1,023 км/с
Средняя скорость удаления от Земли	3,8 см/год
Наклон экватора к эклиптике	1° 23' 47"
Либрации (максимальные) по долготе по широте	+7° 54' +6° 50'
Масса	7,35×10 ²² кг
Экваториальный радиус	1738 км
Полярный радиус	1735 км
Доля невидимой с Земли поверхности Луны	41%
Возможность наблюдать вследствие либраций	59%
Средняя плотность	3,35 г/см ³
Ускорение свободного падения (на экваторе)	1,62 м/с ²
Критическая скорость (вторая космическая)	2,38 км/с
Безразмерный момент инерции (в единицах MR ²)	0,394
Температура поверхности: средняя температура днем средняя температура ночью	107 °С -153 °С
Экстремальная температура днем ночью	123 °С -233 °С
Освещенность от полной Луны на Земле	0,25 лк
Освещенность от Земли на Луне в новолуние	15 лк

* Путешествия к Луне. Ред.-сост. В. Г. Сурдин. М.: Физматлит. 2011.

МЕСТА ПОСАДОК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И КОРАБЛЕЙ

Условный знак	Название аппарата	Страна, год	Место посадки		Результаты полета
			широта ¹	долгота ²	
	Луна 2	СССР, 1959	29,1 с.ш.	0	Первый КА, попавший на Луну. Жесткое падение. Установлено, что у Луны нет магнитного поля.
	Рейнджер 7	США, 1964	10,6 ю.ш.	20,6 з.д.	Жесткое падение. Передал более 4 000 снимков.
	Рейнджер 8	США, 1965	2,6 с.ш.	24,8 в.д.	Жесткое падение. Передал более 7 000 снимков хорошего качества.
	Рейнджер 9	США, 1965	12,9 ю.ш.	2,4 з.д.	Жесткое падение в кратер Альфонс. Передал около 6 000 снимков.
	Луна 9	СССР, 1966	7,1 с.ш.	64,4 з.д.	Первая мягкая посадка на Луну в Океане Бурь. Станция работала 3 суток, передала панорамы места посадки с разрешением до 1 км.
	Сервейор 1	США, 1966	2,4 ю.ш.	43,2 з.д.	Первая американская мягкая посадка. Исследованы свойства грунта, получено более 11 000 снимков.
	Луна 13	СССР, 1966	19,9 с.ш.	62,1 з.д.	Мягкая посадка в Океане Бурь, переданы панорамы, измерены плотность и радиоактивность грунта.
	Сервейор 3	США, 1967	3,0 ю.ш.	23,4 з.д.	Посадка в Океане Бурь, получено более 6 000 снимков.
	Сервейор 5	США, 1967	1,4 с.ш.	23,2 в.д.	Посадка в Море Спокойствия, впервые изучен элементный состав грунта, передано на Землю более 19 000 снимков.
	Сервейор 6	США, 1967	0,5 с.ш.	1,4 в.д.	Посадка в Центральном Заливе. Передано более 30 000 снимков. По команде аппарат подпрыгнул и переместился. Исследован грунт.
	Сервейор 7	США, 1968	40,9 ю.ш.	11,4 з.д.	Посадка в 30 км от кратера Тихо. Получено 21 274 снимков. Прорыты канавки, исследован грунт, проведена регистрация лазерного сигнала с Земли.
	Аполлон 11	США, 1969	0,7 с.ш.	23,4 в.д.	Астронавты Нил Армстронг и Баз Олдрин впервые высадились на Луне, в Море Спокойствия, провели там 21,6 часа (2,5 часа работали на поверхности), 21,7 кг образцов грунта доставлены на Землю.
	Аполлон 12	США, 1969	3,0 ю.ш.	23,4 з.д.	Точная посадка в 156 и от КА «Сервейор 3». Доставлено 31,4 кг образцов лунных пород. Два астронавта работали 7 часов на поверхности.
	Луна 16	СССР, 1970	0,7 ю.ш.	56,3 в.д.	Посадка аппарата в Море Изобилия, пробурена скважина на глубину 35 см. Впервые 100 г грунта доставлены на Землю автоматическим зондом.
	Луна 17	СССР, 1970	38,3 с.ш.	35,0 з.д.	Посадка в Море Дождей. Первый самоходный аппарат «Луноход 1» доставлен на Луну. За 300 суток он прошел 10,5 км, передал 20 000 снимков, более 200 панорам, изучил элементный состав и механические свойства грунта.
	Аполлон 14	США, 1971	3,6 ю.ш.	17,8 з.д.	Посадка в районе кратера Фра Мауро. Астронавты установили сейсмометр и другие приборы, работая вне посадочного модуля 10 часов (всего на Луне провели 33 часа), прошли с тележкой 3,5 км, собрали 44 кг образцов.
	Аполлон 15	США, 1971	26,1 с.ш.	3,6 в.д.	Посадка в горах Апеннины (окрестности борозды Хэдли). Астронавты провели на Луне около 3 суток, из них 18,5 часов вне корабля. Впервые переключились на ровер, проехав 28 км. Взяли грунт с глубины 2,4 м. Доставили 76,8 кг образцов на Землю.
	Луна 20	СССР, 1972	3,5 с.ш.	56,6 в.д.	Автоматическая доставка грунта (55 г) из района на границе Моря Изобилия на Землю.
	Аполлон 16	США, 1972	9,0 ю.ш.	15,5 в.д.	Посадка в районе кратера Декарт. Двое астронавтов провели на Луне 3 суток (20 часов вне модуля). Проехали на ровере 27 км. Доставили 94,7 кг образцов.
	Аполлон 17	США, 1972	20,2 с.ш.	30,8 в.д.	Посадка в районе гор Тавр около кратера Литтров. Впервые в экипаже геолог Ю. Шмитт. За 75 часов на электромобиле проехали около 36 км. Собрано 110,5 кг образцов лунных пород.
	Луна 21	СССР, 1973	25,8 с.ш.	30,4 в.д.	Автоматическая посадка аппарата в восточной части Моря Ясности, в кратере Левинье. Самоходный аппарат «Луноход 2» работал около 150 суток, прошел 35 км, передал 86 панорам и более 80 тысяч снимков.
	Луна 24	СССР, 1976	12,8 с.ш.	62,2 в.д.	Посадка аппарата в Море Кризисов. Автоматическое бурение на глубину 1,8 м. На Землю доставлено 170 граммов грунта.
	Чаньэ-3	Китай, 2013	44,1 с.ш.	19,5 з.д.	Автоматическая посадка в Море Дождей. Самоходный аппарат Юйту исследовал место посадки вокруг посадочной платформы «Чаньэ-3» в течение двух первых лунных дней. «Чаньэ-3» передала на Землю около 120 ТБ информации.

Предполагаемые места посадки КА «Луна-25» (Россия, 2018)

Условный знак	Широта °	Долгота °
①	70,66 ю.ш.	24,59 в.д.
②	82,86 ю.ш.	34,9 в.д.
③	77,09 ю.ш.	26,83 в.д.
④	72,9 ю.ш.	43,3 в.д.

1970, № 5; 1973, № 5; 1989, № 5; 2009, № 5). Советские станции “Луна-16, -20 и -24” доставили на Землю лунный грунт в автоматическом режиме, а станции “Луна-17 и -21” привезли луноходы на Луну (Земля и Вселенная, 1971, № 2, 3; 1972, № 2; 1973, № 3, 4; 1977, № 1). Все места посадок отмечены на фотокарте условными знаками.

Карта дополнена новыми названиями и физическими характеристиками Луны. Диаметр лунного диска на карте – 483 мм. За основу карты взято мозаичное изображение видимого полушария, составленное под руководством Ю.Н. Липского в 1967 г. (Земля и Вселенная, 2000, № 2). Для восточной части карты использованы телескопические снимки, полученные вблизи фазы первой четверти, а западная часть составлена из снимков, отображающих фазу последней четверти. Этим достигнута одинаковая четкость отображения рельефа поверхности, однако направление теней от гор и кратеров разное. Карта построена в косой по-

зитивной внешней перспективной проекции при положительных значениях либрации по широте и долготе, близких к максимальным значениям. Координаты центральной точки фотокарты: 6,1° с.ш. и 5,3° в.д. Южный полюс при таких значениях точки касания картинной плоскости не виден, но хорошо просматриваются северная полярная часть и восточный лимб.

Русские названия деталей рельефа даны в соответствии с каталогом лунных образований, подготовленным в ГАИШ МГУ (<http://selena.sai.msu.ru/Pug/Pug.htm>). Для того чтобы не перегружать карту, на ней приведены лишь названия крупных кратеров, гор, морей, озер и болот. Добавлены названия нескольких кратеров, утвержденных Международным астрономическим союзом, такие как Келдыш (51,2° с.ш., 43,6° в.д.), Глушко (8,1° с.ш., 77,7° з.д.), Янгель (17,0° с.ш., 4,7° в.д.). Много маленьких кратеров на Луне названы женскими и мужскими именами, используемы-

ми в разных странах. На нашей карте приведены лишь некоторые из них, например Наташа (20,0° с.ш., 31,2° з.д.). Полный список названий образований рельефа на планетах и их спутниках на латинском языке можно найти на сайте <http://planetarynames.wr.usgs.gov>.

Справа от карты в таблице приведены основные характеристики Луны и краткое описание результатов космических исследований, полученных АМС и пилотируемыми космическими кораблями, начиная с АМС “Луна-2”, запущенной в СССР 12 сентября 1959 г., и заканчивая китайской посадочной ступенью АМС “Чанъэ-3”, доставившей 14 декабря 2013 г. в Море Дождей (44°12' с.ш. и 19° 51' з.д.) луноход “Юйту” (“Yutu” – Нефритовый заяц; Земля и Вселенная, 2014, № 2; 2015, № 1). В районе Южного полюса на карте обозначены четыре предполагаемых места посадки российской АМС “Луна-25”, запуск которой намечен на 2018 г. На оригинальной карте эта информация отсутствует.

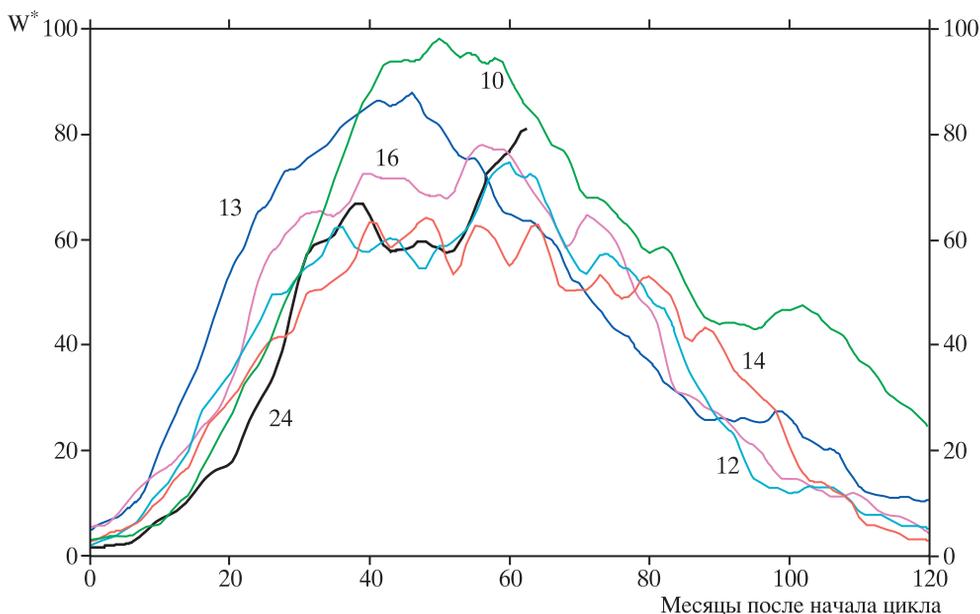
**Солнце в октябре –
ноябре 2014 г.**

Пятнообразовательная активность Солнца в данный период уверенно держалась на среднем уровне, лишь дважды поднимаясь до высокого. Число групп пятен на видимом диске Солнца менялось от 2 до 8. В основном группы пятен были небольшими и спокойными, две большие по площади и одна среднего размера образовались в Южном полушарии. В октябре первая из крупных групп пятен стала рекордной за послед-

ние 20 лет и в 24-м цикле, ее площадь 26 октября достигла 2750 миллионных долей видимой солнечной полусферы (м.д.п.), в ноябре она уменьшилась до 1000 м.д.п. Вторая большая группа пятен проходила видимый диск Солнца в последней декаде ноября. Всего же из 43 групп пятен 19 появились в Северном полушарии, то есть сохраняется тенденция их значительного превышения в Южном полушарии. Ско-

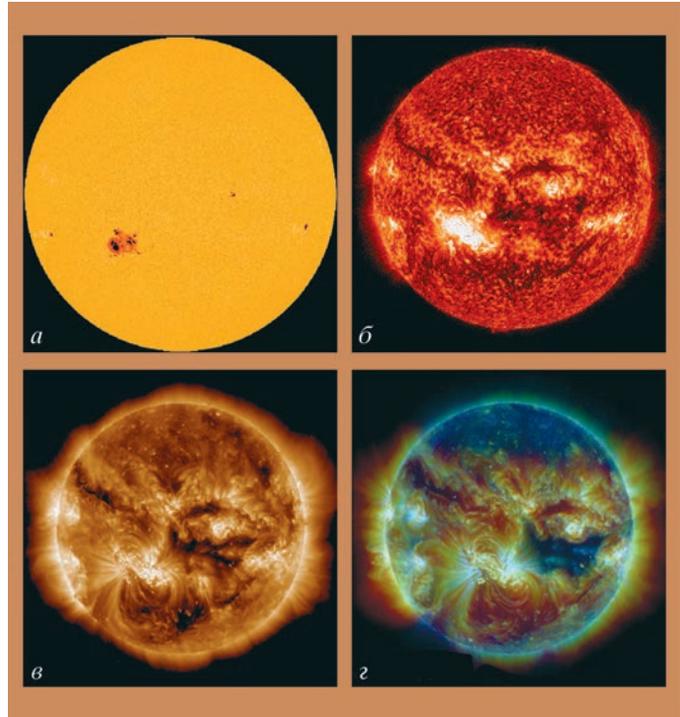
рее всего, в апреле 2014 г. был пройден максимум 24-го солнечного цикла. Среднемесячные значения чисел Вольфа – $W_{\text{окт.}} = 60,6$ и $W_{\text{нояб.}} = 70,1$. Сглаженное значение относительно числа солнечных пятен в апреле и в мае 2014 г. – $W^* = 81,9$ и $W^* = 80,5$ соответственно.

В **октябре** после высоких значений конца сентября относительное число пятен снизилось до среднего уровня. Минимальное зна-

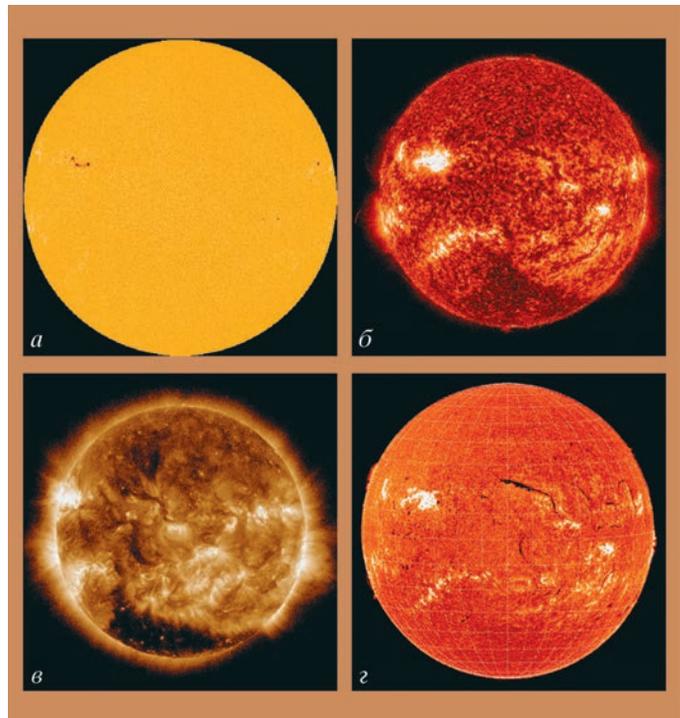


Ход развития (63 месяца) текущего 24-го цикла солнечной активности среди всех достоверных (с 1849 г.) солнечных циклов. W^* – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.

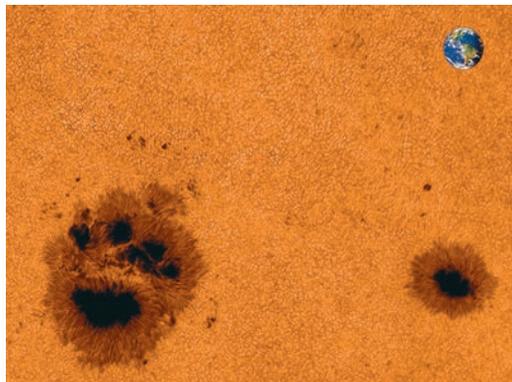
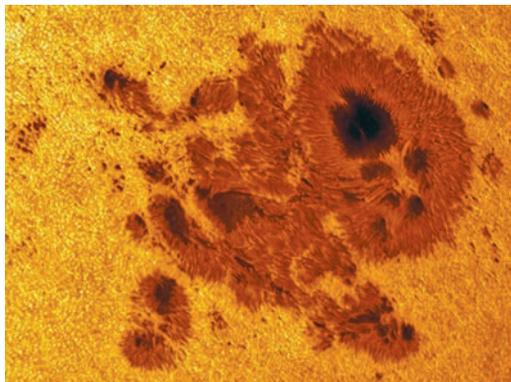
Солнце 22 октября 2014 г.: а) фотосфера в непрерывном спектре ($\lambda = 4500 \text{ \AA}$); б) в линии крайнего ультрафиолета He II ($\lambda = 304 \text{ \AA}$); в) в линии крайнего ультрафиолета Fe XII ($\lambda = 193 \text{ \AA}$); г) в линии крайнего ультрафиолета Fe XII ($\lambda = 171 \text{ \AA}$). Космическая солнечная обсерватория "SDO".



чение относительных чисел солнечных пятен зафиксировано 11 октября ($W = 20$), максимальное – 24 октября ($W = 93$). Вспышечная активность находилась на высоком уровне 2 октября, когда в небольшой группе пятен Южного полушария вблизи западного лимба произошла солнечная вспышка рентгеновского балла M7.3/2B. Наибольшая вспышечная активность связана с первой в текущем цикле гигантской группой пятен, которая появилась 16 октября на видимом диске Солнца. Она продолжила свое развитие и к 26 ноября достигла рекордной площади в 2750 м.д.п. Первая большая вспышка (X1.1) в этой активной области возникла на третий день (17 октября) после ее появления из-за восточного



Солнце 7 ноября 2014 г.: а) фотосфера в непрерывном спектре ($\lambda = 4500 \text{ \AA}$); б) в самой сильной водородной линии H α ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$); в) в линии крайнего ультрафиолета He II ($\lambda = 304 \text{ \AA}$); г) в линии крайнего ультрафиолета Fe XII ($\lambda = 193 \text{ \AA}$). Космическая солнечная обсерватория "SDO" (<http://sdo.gsfc.nasa.gov/data/>).



лимба Солнца, следующая (X1.6/2B) – 22 октября. 26–28 октября за 38 ч произошли подряд шесть больших вспышек: 26 октября – X2.0/2B и X1.0/3B; 27 октября – M7.1/3B, M6.7/2B и X2.0/2B; 28 октября – M6.6/1B. Заметно на околоземное космическое пространство они не повлияли. Это говорит о том, что в этой гигантской группе пятен очень сильные магнитные поля, не позволившие возмущениям и солнечным частицам выходить в межпланетное пространство. Средний уровень вспышечной активности отмечен 9, 14, 15, 18, 20, 21, 23, 24, 29 и 30 октября. В остальные дни она оставалась на низком уровне. Выбросы солнечных волокон (11 событий) произошли 1, 5, 9, 10 (2), 14, 15, 17 (2) и 21 (2) октября. Возмущение от одного из них вызвало малую магнитную бурю 14 октября. Коронографы космической обсерватории “SOHO” зарегистрировали 141 корональный выброс вещества разной интенсивности, среди которых один был типа “гало” и 9 – типа “частичное гало II” (угол раствора 90°–

180°). Одна рекуррентная и три вновь образовавшиеся корональные дыры проходили по видимому диску Солнца, однако высокоскоростной поток только одной из них вызвал в околоземном космическом пространстве малую магнитную бурю 20 октября. На средних широтах Земли 3 сут сохранялась возмущенная геомагнитная обстановка. На геостационарных орбитах очень высокий поток релятивистских электронов с энергиями больше 2 МэВ наблюдался 21, 26, 29 и 30 октября.

В **ноябре** уровень пятнообразовательной активности Солнца держался на среднем значении, лишь 26 ноября он стал высоким. На видимом диске Солнца образовалось от 3 до 8 групп солнечных пятен, две из них большого и две среднего размера. Минимальное число солнечных пятен отмечено 19 ноября ($W = 44$), максимальное – **29 ноября** ($W = 106$). Высокий уровень вспышечной активности обнаружен 3 ноября (вспышка балла M6.5), 5–6 ноября (вспышка балла M7.9/1N, M5.4/1N),

Гигантская группа пятен на двух последовательных оборотах Солнца – 19 октября (площадь 2410 м.д.п.) и 21 октября (970 м.д.п.). На снимке в одном масштабе с пятнами изображена Земля. Космическая солнечная обсерватория “SDO” (<http://spaceweather.com>).

8 ноября (X1.6/3B) и 16 ноября – единственная большая вспышка (M5.7/1N) крупной группы пятен. Все большие вспышки возникли на восточной полусфере в группе пятен среднего размера. Вспышки среднего балла происходили 4 и 15 ноября. Выбросы солнечных волокон (9 событий) появлялись 1, 2, 7, 9 (2), 11, 17, 24 и 26 ноября. Коронографы космической обсерватории “SOHO” зарегистрировали более 153 корональных выбросов вещества разной интенсивности, из них 2 типа “частичное гало III” (угол раствора 180°–270°) и 9 типа “частичное гало II” (угол раствора 90°–180°). В ноябре возник-

ли четыре рекуррентные и одна вновь образовавшаяся корональные дыры, но их геоэффективность была незначительной. Три малые магнитные бури зарегистрированы 4–5, 10 и 15–16 ноября. На геостационар-

ных орбитах очень высокие потоки релятивистских электронов с энергиями больше 2 МэВ зарегистрированы 1 и 16–20 ноября.

Текущее состояние солнечной активности и ее прогноз на русском языке мож-

но найти в Интернете (<http://www.izmiran.ru/services/saf/>). Страница обновляется каждый понедельник.

*В.Н. ИШКОВ
ИЗМИРАН*

Информация

Аэрозоли в атмосфере Марса

В ходе масштабного исследования пылевых частиц в марсианской атмосфере с помощью ИСМ “Марс Экспресс” (ESA) ученые впервые проанализировали данные инфракрасного и ультрафиолетового спектрометров эксперимента SPICAM при зондировании атмосферы на лимбе пла-

неты. Определена концентрация частиц в атмосфере Марса на высоте 10–50 км. Измерения проводились в Южном и Северном полушариях в сезон северного лета. Международная группа исследователей во главе с доктором физико-математических наук А.А. Фёдоровой (ИКИ РАН) обнаружила в марсианской атмосфере два типа аэрозолей, отличающихся размерами отдельных частиц.

Первый тип аэрозолей состоит из более крупных частиц водяного льда (1,2 мкм) и пыли (0,7 мкм), рассеянных в объеме до

10 частиц в 1 см³. Второй тип – частицы пыли радиусом несколько десятых и сотых долей микрометра, которых гораздо больше – до тысячи в кубическом сантиметре в зависимости от высоты. Их размеры, число, распределение и состав определяют, сколько солнечного тепла и как получают атмосфера и поверхность планеты.

Благодаря аэрозолям вода и углекислый газ конденсируются в облака, которые, в свою очередь, отражают солнечный свет и регулируют тепловой баланс Марса. Изучение аэрозолей – одна

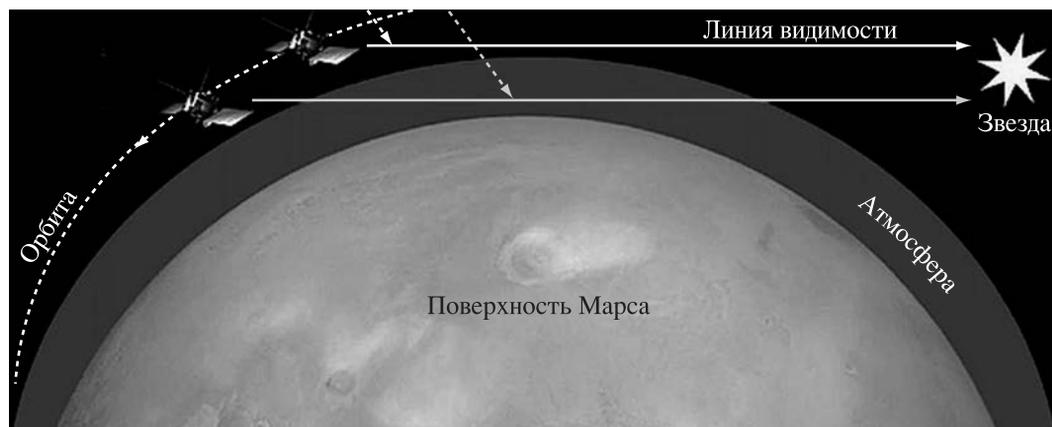


Схема эксперимента SPICAM по зондированию атмосферы Марса методом солнечного просвечивания. Исследованы аэрозоли, состоящие из частиц водяного льда и пыли АМС “Марс Экспресс”. Рисунок ESA.

из главных задач всех искусственных спутников Марса.

Оценки запыленности атмосферы Марса исключительно важны для понимания климатических изменений на планете и уже сейчас ставят новые вопросы. В частности, более мелкая фракция аэрозоля в присутствии крупных частиц не может стабильно существовать долгое время из-за слипания. Чтобы объяснить, почему их так много, надо предположить, что откуда-то постоянно берутся новые. Например, источником может быть поток микрометеоритов на орбите Марса или пыль с поверхности, поднимаемая пылевыми бурями и маленькими

смерчами (“пылевыми дьяволами”).

Наблюдения проводились в начале северного лета и захватили Северное (широта 40–50°) и Южное (широта 30–62°) полушария планеты. Изучалось 20 профилей атмосферы.

В Северном полушарии в высоких широтах уровень “крупной” фракции аэрозоля поднимается до высоты 30 км, в средних – до 40–50 км, причем выше 20 км это в основном водяной лед, ниже – пыль. “Мелкой” пыли гораздо больше: на высоте 10 км число частиц доходит до 10 тыс. в кубическом сантиметре, на высоте 30–35 км – 100 частиц в том же объеме.

В Южном полушарии атмосфера в целом достаточно чистая. Средний размер крупных частиц пыли на широтах выше 50°–0,75 мкм, число в кубическом сантиметре меняется от 0,1 до 2. Частицы водяного льда более крупные – радиусом 0,86 мкм, концентрация меняется от 0,005 до 0,05 в 1 см³. Средний радиус мелкой пыли здесь больше (0,07 мкм), чем на севере, их концентрация уменьшается с высотой. В низких широтах небо практически чистое и концентрация аэрозоля мала.

Пресс-релиз ИКИ РАН,
14 мая 2014 г.

Информация

Телестудия Роскосмоса

С 14 февраля 2015 г. Роскосмос по поручению заместителя председателя правительства России Д.О. Рогозина организовал прямую трансляцию со стройплощадки космодрома Восточный (Амурская область).

В начале 2015 г. было объявлено о втором этапе

реформ российской ракетно-космической отрасли. К лету 2015 г. планируется создать новую госкорпорацию “Роскосмос”, в нее войдут одноименное агентство и Объединенная ракетно-космическая корпорация (ОРКК). Текущие задачи, которые стоят перед формируемой корпорацией, достались ей в наследство от ОРКК и Роскосмоса. Важнейшие среди них – завершить в срок строительство космодрома Восточный, запустить в конце 2015 г. с первого стартового комплекса ракету-носитель “Союз-2”,

а с 2018 г. осуществлять пилотируемые запуски. Второй стартовый комплекс планируется использовать для запуска сверхтяжелой ракеты “Ангара-5”.

Наблюдать за строительством нового российского космодрома можно на официальном сайте Роскосмоса (<http://www.federalspace.ru/21287>) и на портале Военно-промышленной комиссии РФ (<http://oborona.gov.ru/media/video/vostochnylive>).

Пресс-релиз Роскосмоса,
14 февраля 2015 г.

Озоновые дыры: новый взгляд

Ю.Е. БЕЛИКОВ,
доктор физико-математических наук
С.Ш. НИКОЛАЙШВИЛИ
Институт прикладной геофизики им. Е.К. Фёдорова

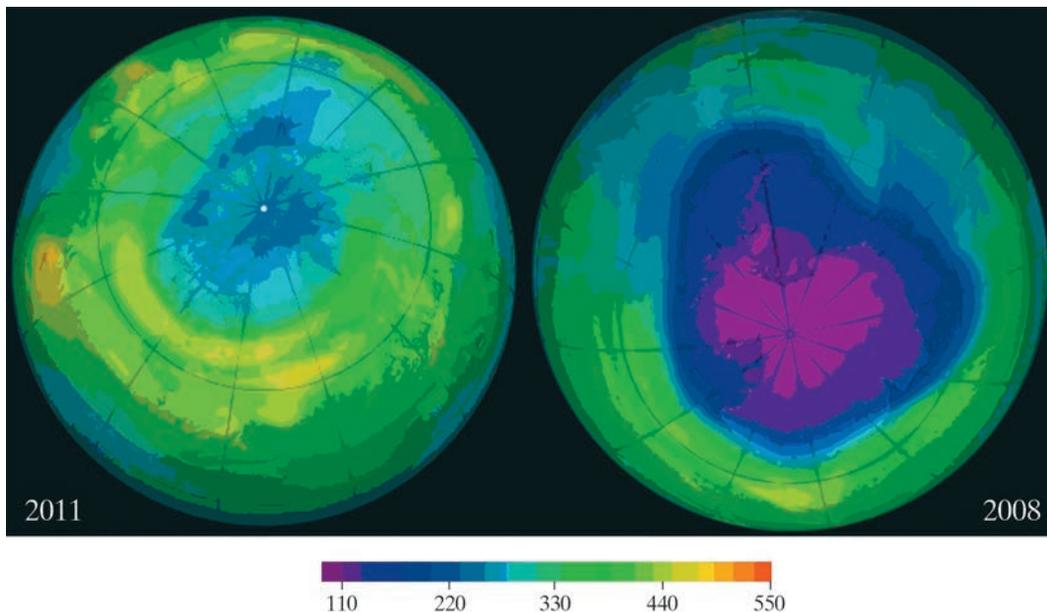
Анализ экспериментов в Арктике и Антарктике позволяет сделать вывод о том, что молекулы озона в полярной стратосфере разрушаются при столкновении с заряженными частицами, в основном с ионами, а не в результате химических реакций с участием хлорных соединений. Источник заряженных частиц в полярной стратосфере – космические лучи. Ионизация атмосферных газов усиливается в высоких широтах. Ионы “прилипают” к частицам полярных стратосферных облаков и затем накапливаются на их верхней и нижней границе в результате функционирования гло-



бальной электрической цепи (слабых токов, текущих вертикально в атмосфере). В полярном вихре озон опускается вместе с воздухом в область с повышенным содержанием заряженных частиц, что



ускоряет процессы разрушения молекул озона и приводит к появлению над полярными регионами Земли областей пониженного (по сравнению с нормой) содержания озона – озоновых дыр.



ОЗОНОВЫЕ ДЫРЫ И МОНРЕАЛЬСКИЙ ПРОТОКОЛ

В атмосфере нашей планеты озон (O_3) присутствует в виде одной из малых атмосферных составляющих на высотах от поверхности Земли до 90 км. Но основная масса озона сосредоточена на высоте 15–30 км, и поэтому, когда говорят об озоновом слое, подразумевают, что он находится в этом диапазоне высот. Как и полагается малой составляющей, содержание озона не превышает миллионных долей общего числа молекул воздуха. Несмотря на столь мизерное количество, озон играет важную роль в сохранении жизни на Земле. Он поглощает биологически активный ультрафиолет, защищая от его губитель-

ного воздействия живые организмы. Образование озоновых дыр площадью десятки миллионов квадратных километров встревожило все человечество. Отметим, что озоновые дыры возникают в основном весной в Антарктике, в Арктике до недавнего времени наблюдались только мини-дыры. Весной 2011 г. в Арктике впервые сформировалась озоновая дыра, сопоставимая с антарктической.

Весной 1984 г. над антарктической станцией Халли-Бей английские ученые во главе с Д. Фарманом впервые обнаружили озоновую дыру. Об этом открытии исследователи сообщили в статье, опубликованной в 1985 г. в журнале “Нэйчер” (Природа). Для объяснения этого феномена

Озоновая дыра над Арктикой 19 марта 2011 г. и Антарктикой 4 октября 2008 г. По данным NASA.

был выдвинут ряд гипотез. Дискуссии продолжались, пока в 1987 г. в самолетных экспериментах над Антарктикой внутри полярного вихря не было найдено повышенное содержание окиси хлора (ClO). Оказалось, что высоким концентрациям ClO соответствуют низкие концентрации O_3 и наоборот, при низких концентрациях ClO наблюдаются высокие концентрации O_3 (такое соответствие измеряемых величин называется антикорреляцией). Это стало главным аргументом в пользу антропогенной

хлорной (галогеновой) теории, сегодня общепринятой, несмотря на возражения склонявшихся к альтернативным гипотезам ученых.

Признание хлорной теории привело к подписанию Монреальского протокола в 1987 г., его исполнение резко снизило выбросы хлора в атмосферу. Тем не менее впоследствии некоторые специалисты выдвигали возражения против хлорной теории. Самые серьезные сомнения возникли после мощного извержения вулкана Пинатубо на Филиппинах в 1991 г., когда снизилось содержание O_3 в средних и тропических широтах. В данном районе Земли окиси хлора в стратосфере относительно немного по сравнению с полярными областями, зато много серных окислов. Высказывалось мнение, что именно они способствовали разрушению озона. Кроме того, вызвали дискуссии в научном сообществе результаты измерений сечения поглощения излучения молекулой Cl_2O_2 в некоторых экспериментах. Из них следовало, что это поглощение слишком слабое для формирования озоновой дыры, которая образуется при участии рассматриваемой молекулы. Другие противоречия, связанные с хлорной теорией, будут рассмотрены ниже.

ХЛОРНАЯ ТЕОРИЯ

Согласно современным представлениям, для молекулы озона опасен только атом хлора. Взаимодействие молекул O_3 и Cl приводит к разрушению озона и образованию окиси хлора и кислорода. Мы будем рассматривать только атомы хлора, так как роль других галогенов второстепенна. В полярной стратосфере хлор содержится в основном в виде двух газовых соединений: паров соляной кислоты (HCl) и нитрата хлора ($ClONO_2$), но не молекул фторхлоруглеродов, запрещенных Монреальским протоколом. Дело в том, что фторхлоруглероды попадают в полярную стратосферу из верхних слоев атмосферы, где их частично разрушает жесткое ультрафиолетовое излучение и после ряда химических реакций образуются $ClONO_2$ и HCl .

Не останавливаясь подробно на вопросах циркуляции атмосферы, отметим, что фторхлоруглероды поднимаются в ее верхние слои нагретым воздухом в тропических и умеренных широтах. Достигнув полярных широт в результате горизонтального переноса, они опускаются с холодным воздухом. Внутри полярного вихря, существующего, как правило, в зимне-весенний период, вертикальная скорость

фторхлоруглеродов увеличивается. Именно тогда и возможен перенос хлорсодержащих соединений до высоты максимума концентрации озона.

Как же происходит извлечение атомов хлора из безопасных для озона соединений соляной кислоты и нитрата хлора? Здесь ключевую роль играют полярные стратосферные облака (ПСО), образующиеся зимой на высотах 15–22 км и исчезающие к началу лета при сезонном росте температуры. ПСО могут состоять из капелек воды с примесью азотной кислоты и из ледяных кристаллов. Лабораторные исследования выявили главный источник хлора, это химическая реакция $HCl + ClONO_2$ с участием частиц ПСО, но в газовой форме она идет очень слабо. В результате этой реакции на поверхности частиц ПСО осаждается азотная кислота (HNO_3) в твердом или жидком состоянии и образуется газ Cl_2 . Под действием солнечного излучения молекулы Cl_2 распадаются на атомы, они окисляются озоном и превращаются в окись хлора, которая в небольших количествах безвредна для озона. Мы имеем в виду, что отдельная молекула ClO практически не реагирует с озоном.

Если молекул ClO накопилось достаточно

но много, то в результате цепочки реакций $\text{ClO} + \text{ClO} + \text{M} \rightarrow \text{Cl}_2\text{O}_2 + \text{M}$; $\text{Cl}_2\text{O}_2 + h\nu \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{ClO}_2 \rightarrow 2\text{Cl} + \text{O}_2$ образуются атомы хлора Cl (M – молекула воздуха, $h\nu$ – солнечное излучение). Реакция атомов хлора с O_3 приводит к уничтожению молекул озона и образованию окиси хлора: $2\text{Cl} + 2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{ClO} + 2\text{O}_2$. А дальше все повторяется: молекулы ClO соединяются между собой, и мы получаем каталитический димерный цикл – главного виновника возникновения озоновой дыры. В одном цикле две молекулы O_3 превращаются в три молекулы кислорода. За месяц один атом хлора может уничтожить до тысячи и более молекул O_3 . Отметим, что для разложения димера Cl_2O_2 требуется солнечное излучение, поэтому считается, что озоновые дыры формируются только весной при достаточном солнечном освещении.

НЕКОТОРЫЕ ПРОТИВОРЕЧИЯ

Весной 2011 г. впервые в Северном полушарии неожиданно образовалась озоновая дыра, сопоставимая с регулярно возникающей в Южном полушарии. Данное событие произошло на фоне общего постепенного восстановления озона в атмосфере Земли и уменьшения ряда хлор-

фторуглеродов. С точки зрения хлорной теории трудно объяснить, почему такие события не возникали раньше, когда хлорных соединений в атмосфере было больше. Многочисленные измерения O_3 и других малых составляющих в стратосфере, выполненные по программам AAOE, SOLVE, EUPLEX и другим, дают возможность проверить основные положения хлорной теории и разрешить сомнения.

Небольшие расхождения хлорной теории с данными измерений мы нашли при анализе баланса хлорных соединений в полярной стратосфере, которые и привели нас в конечном итоге к новому взгляду на причины появления озоновых дыр. Анализ известных самолетных и спутниковых измерений в полярной стратосфере показывает, что в весеннее время в Антарктике, а часто и в Арктике весь хлор полностью высвобождается из хлорных резервуаров HCl и ClONO_2 . Исходя из хлорной теории полное взаимоуничтожение этих резервуаров с высвобождением хлора возможно при условии их равного количества. Однако по данным экспериментов соотношение количества HCl и ClONO_2 могут различаться в несколько раз. Согласно нашей гипотезе, разрушение HCl и ClONO_2 происходит независимо друг от друга на поверхности заряжен-

ных частиц, поэтому нет избытка молекул одного из соединений. Еще одно противоречие заключается в том, что при разрушении рассматриваемых хлорных резервуаров образуются молекулы ClO и Cl_2O_2 . Эти молекулы в большом количестве наблюдаются и в ночной стратосфере, где, согласно хлорной теории, должны образовываться и накапливаться другие молекулы, а именно Cl_2 , которые ночью не разрушаются солнечным светом.

Реакция взаимодействия HCl и ClONO_2 идет с участием PCO , где большая концентрация частиц. На верхней границе облака ее скорость возрастает, что парадоксально. Внутри PCO с большой площадью поверхности капель реакция $\text{HCl} + \text{ClONO}_2$ на их поверхности идет крайне медленно. В то же время на верхней границе облаков, где капель PCO практически нет, реакция идет гораздо быстрее, высвобождая из хлорных резервуаров больше окиси хлора. Эксперименты обнаруживают на верхней границе PCO наибольшее количество заряженных частиц (ионов и аэрозолей), при том что общее число аэрозольных частиц в этой области невелико. Оказывается, в реакциях высвобождения хлора участвуют не просто частицы PCO , а заряженные частицы и

ионы. Рассмотрим, какую же роль играют заряженные частицы в полярной стратосфере.

РОЛЬ ИОНОВ И ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

Энергию молекулы с дипольным моментом p на поверхности сферической частицы радиусом r_0 , с зарядом q , можно выразить как $W = pq/r_0^2$. Такую энергию могут использовать молекулы в реакциях на поверхности. При небольшом отношении заряда к квадрату радиуса частицы увеличение скорости реакций на ее поверхности по сравнению со скоростью реакций в объеме невелико. Предельно или максимально заряженные твердые частицы обладают наибольшим отношением заряда к квадрату радиуса частицы. Именно предельно заряженные частицы, по нашему мнению, играют ключевую роль в фотохимии стратосферы. Но откуда они возьмутся в стратосфере? Их аналогом могут быть острые выступы заряженных ледяных кристаллов и твердых аэрозольных частиц, а также отдельные ионы (например, часто встречающийся в стратосфере положительный ион H_3O^+). Особенность предельно заряженных частиц в том, что в химических реакциях с их участием преодолевается энергетический барьер около 1 эВ. Ряд соедине-

ний ($ClOOCI$, $ClONO_2$, O_3 , $HOONO$, HO_2NO_2 , N_2O_5) может распадаться при столкновении с такими частицами. Отметим, что на каплях ПСО невозможны данные химические реакции.

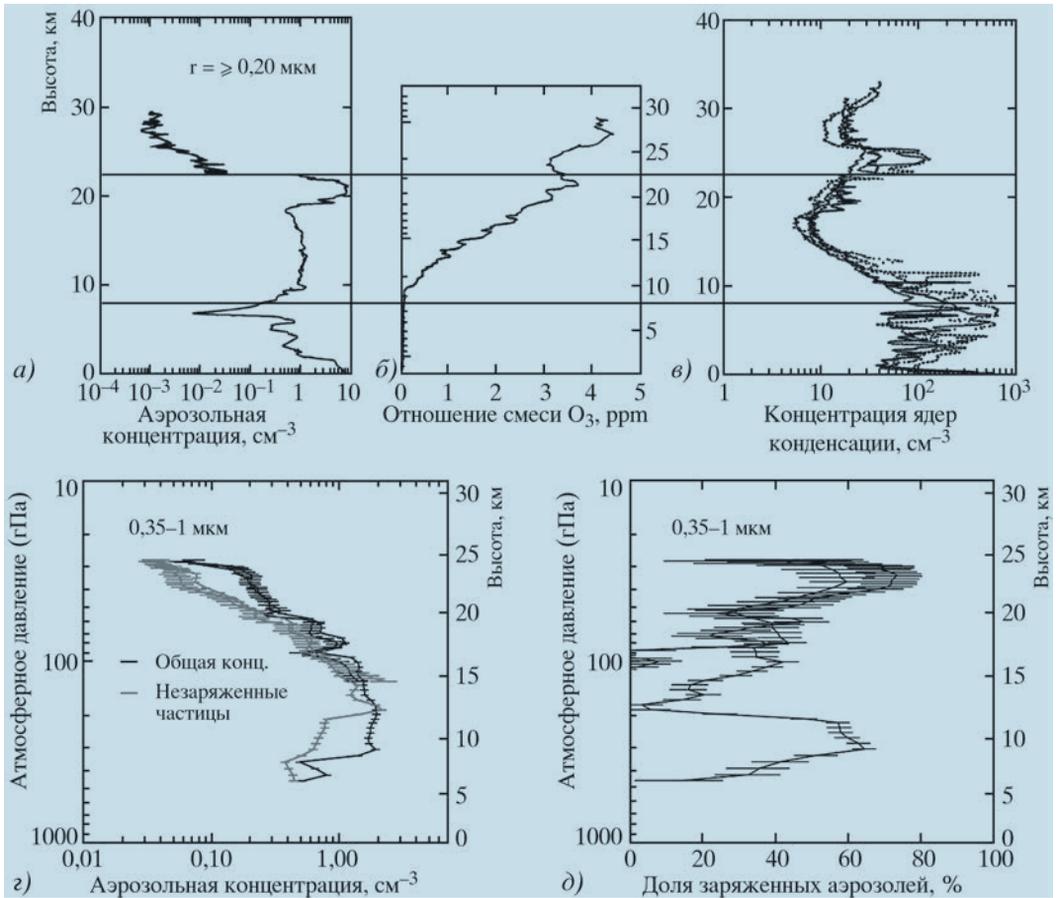
Важным считается увеличение концентрации молекул на поверхности заряженной частицы. Ее можно рассчитать на различных расстояниях от максимально заряженной твердой частицы исходя из распределения Больцмана, концентрация молекул будет существенно зависеть от их дипольного момента. Концентрация молекул с большими дипольными моментами превышает предельно допустимую концентрацию 5×10^{21} молекул/см³ на поверхности частицы, соответствующую минимально возможному расстоянию между молекулами 6 Å. Это относится к молекулам H_2O , HNO_3 , OH и ClO . Увеличение концентрации молекул с небольшими дипольными моментами, например NO_2 и NO , весьма незначительно.

Общее число молекул, которые могут “прилипнуть” к заряженной частице, зависит от площади ее поверхности, и это число не так велико даже для частиц большого размера. Расчеты показывают, что для предельно заряженной частицы размером 1 мкм число “прилипших” молекул составит: H_2O – 7×10^9 , ClO – 7×10^8 , NO_2 и NO – 0,5 и 0,03 молеку-

лы соответственно. При уменьшении размеров предельно заряженной частицы число “прилипших” молекул уменьшается, а если они близки размеру иона, на его эффективной поверхности может оставаться порядка десятка молекул с высоким дипольным моментом, в основном молекулы воды. Окружение иона не постоянно, а может обновляться другими молекулами, в первую очередь обладающими большими дипольными моментами.

Молекула воды в результате дипольного взаимодействия с ионом может приобрести кинетическую энергию около 0,8 эВ (оценка для H_3O^+), достаточную, чтобы при соударении вытолкнуть практически любую “прилипшую” молекулу из окружения иона. Молекула с небольшим дипольным моментом и небольшой энергией связи с ионом, например молекула двуокиси азота (NO_2), легко удаляется из окружения иона. Молекулу с большим дипольным моментом, такую как гидроксил (OH), удалить из окружения иона не просто – необходимая энергия значительно больше. Это означает, что среднее время пребывания на эффективной поверхности иона молекулы NO_2 существенно меньше, чем для OH .

Теперь представим себе, что на эффективной поверхности иона молекула $HOONO$ (изо-



Графики результатов аэростатных измерений состава атмосферы, по данным Д. Хофмана (а, б, в) и Ж.-Б. Ренарда (г, д): а, б) Кируна, 23 января 1989 г.; в) Кируна, 30 января 1989 г. (сплошная линия), Антарктика, июль – сентябрь 1988 г. (пунктирные линии); г, д) Кируна, 12 марта 2011 г.

мер HNO_3) распадается на молекулы NO_2 и OH . Энергия диссоциации HOONO составляет всего 0,9 эВ и вполне может достигаться при соударении молекулы HOONO с

молекулами H_2O в окружении иона. Продукты распада ведут себя по-разному. Молекула NO_2 будет быстро выброшена в пространство, тогда как молекула OH остается на поверхности достаточно долго, чтобы успеть вступить в реакцию с другой молекулой, оказавшейся на поверхности, например с молекулой HCl или ClONO_2 . В результате реакций образуется окись хлора ClO , накапливающаяся в стратосфере.

Отметим, что “прилипание” молекул воды и других молекул к иону

экранирует его электрическое поле и дипольное взаимодействие ослабевает. Но даже полное обводнение иона (двойной электрический слой из зарядов диполей с разными знаками) мало искажает внешнее поле иона и не препятствует его взаимодействию с молекулами.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ РОЛЬ ИОНОВ

В конце 1980-х гг. Д. Хофман с коллегами обнаружил в экспериментах с использованием аэростатов в Арктике

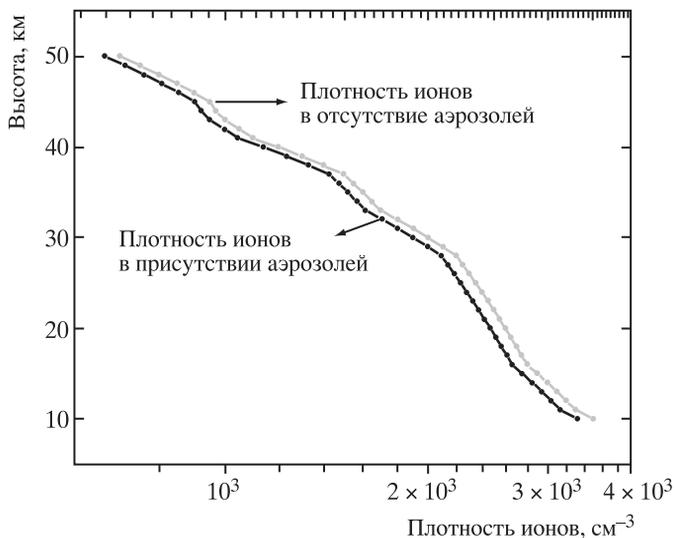


График высотного распределения плотности ионов в отсутствие облаков (с учетом и без учета фоновой аэрозоли). По данным Н. Камсали с коллегами.

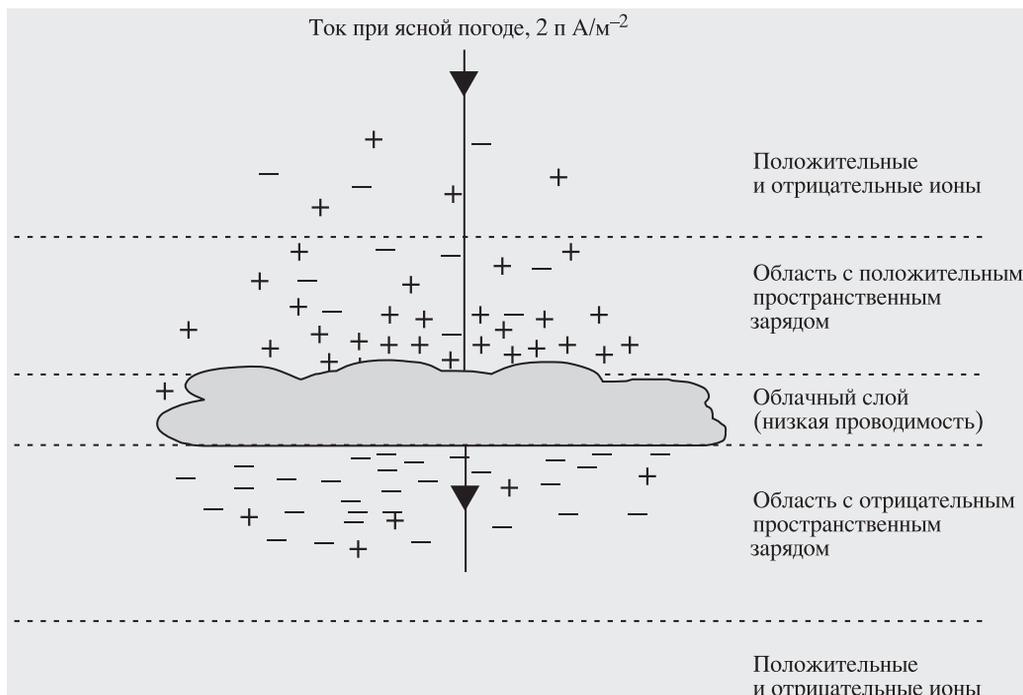


Схема работы глобальной электрической сети при ясной погоде и в тропосферном облаке. По данным Р. Харрисона с коллегами.

(Кируна, 68° с.ш.) пониженное содержание O_3 и повышенную концентрацию ядер конденсации

(твердые мелкие частицы — зародыши капель) над аэрозольным слоем.

Каким же образом пониженное содержание O_3 связано с увеличенным содержанием ядер кон-

денсации? Оказывается, на верхней и нижней границе ПСО наблюдается повышенное содержание заряженных аэрозолей, к ним относятся и ядра конденсации, а также ионы. 12 марта 2011 г. над Кируной на севере Швеции были впервые проведены аэростатные измерения содержания заряженных аэрозолей в верхней тропосфере – нижней стратосфере. Увеличенное содержание заряженных аэрозолей было зафиксировано как у верхней, так и у нижней границы облачности. Речь идет именно об облачности, поскольку аэрозольный слой на высоте 10–20 км представлял собой капли ПСО. Повышенное содержание заряженных частиц – аэрозолей, ядер конденсации и ионов – над верхней границей ПСО, по нашему мнению, может быть причиной возникновения депрессии O_3 .

Глубокий минимум в распределении ядер конденсации может быть связан с их обводнением, то есть с образованием на них капель ПСО. В этом нас убеждает тот факт, что “провал” исчезает летом, когда отсутствуют условия для формирования ПСО. Но почему ядер конденсации больше у верхней границы облачности? Мы предположили, что увеличение обусловлено ростом числа ионов на верхней границе ПСО в

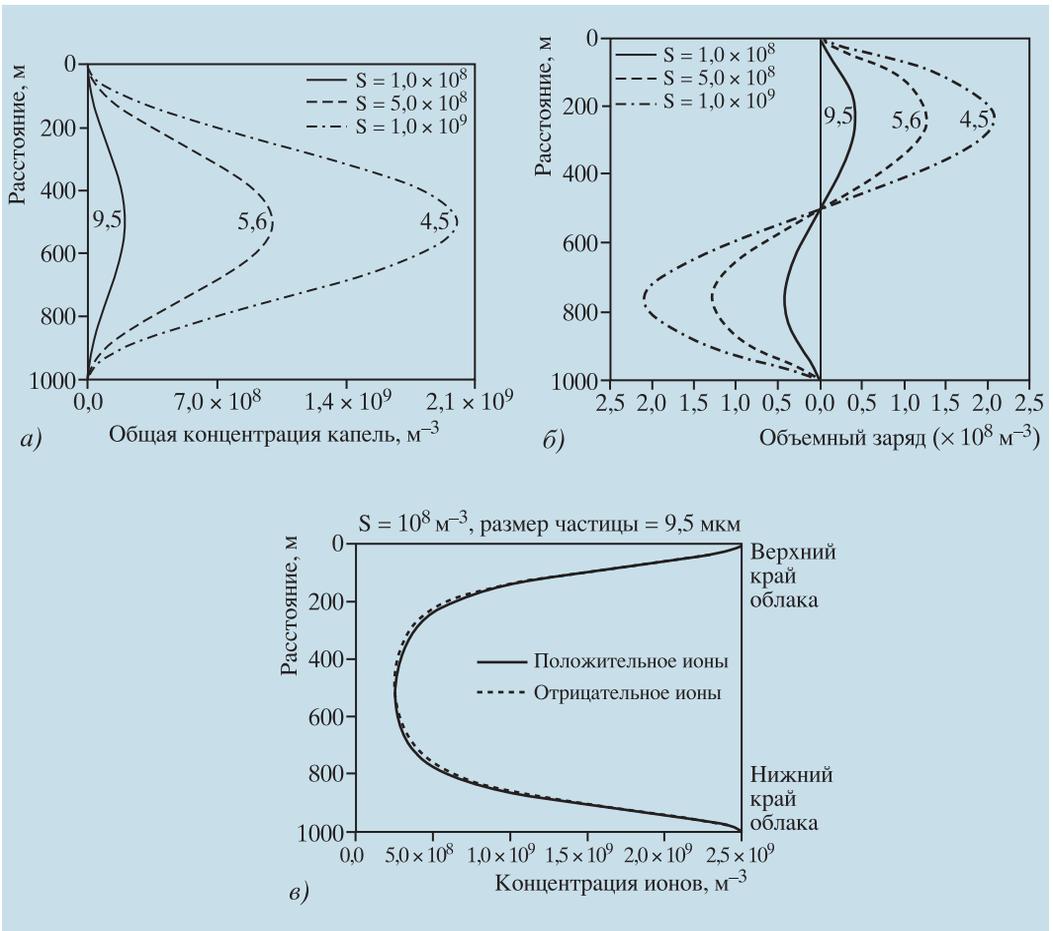
результате работы глобальной электрической цепи.

В отсутствие облаков концентрация ионов, как правило, монотонно увеличивается с ростом высоты от 10 км до 50 км и слабо зависит от фоновых аэрозолей. Но с появлением облаков высотное распределение ионов и заряженных частиц меняется. На верхней границе облака накапливаются положительно заряженные аэрозоли, на нижней – отрицательно заряженные, что объясняется избыточным количеством ионов соответствующего знака. Внутри облака концентрация ионов понижается из-за их “прилипания” к каплям воды. Наблюдаемые эффекты воспроизводятся современными моделями. Расчеты распределения концентраций пространственного заряда и ионов приведены для различных концентраций капель (в среднем 10^8 м^{-3} , $5 \times 10^8 \text{ м}^{-3}$ и 10^9 м^{-3}) и их распределения внутри облака. Концентрация капель в ПСО и их размер меньше, чем в тропосферном облаке. По нашим оценкам, рассмотренные эффекты будут наблюдаться и для ПСО.

Анализ данных, полученных над Кируной, показывает, что характер распределения ядер конденсации практически повторяет характер распределения ионов. Они

скапливаются на границах облака и “прилипают” к капелькам ПСО внутри облака. Увеличение числа ядер конденсации приводит к увеличению концентрации ионов, и наоборот, при уменьшении ионной концентрации уменьшается и концентрация ядер конденсации. Сходное поведение ионов и ядер конденсации позволяет предположить корреляцию ионов и ядер конденсации. Возможно, ионы способствуют образованию ядер конденсации. Из этого анализа следует, что ядра конденсации – это своеобразный индикатор присутствия ионов в атмосфере. Измерения ионного состава в стратосфере связаны с большими трудностями, но измерения ядер конденсации доступны во многих самолетных экспериментах.

Анализ самолетных экспериментов по программам SOLVE (измерение стратосферного аэрозоля, потери озона и валидации данных) в 1999–2000 гг. в Арктике и ААОЕ (самолетный антарктический озоновый эксперимент) в 1987 г. в Антарктике показал следующее. При увеличении концентрации ядер конденсации наблюдается уменьшение концентрации O_3 и ряда других соединений в стратосфере, а при уменьшении концентрации ядер конденсации количество O_3

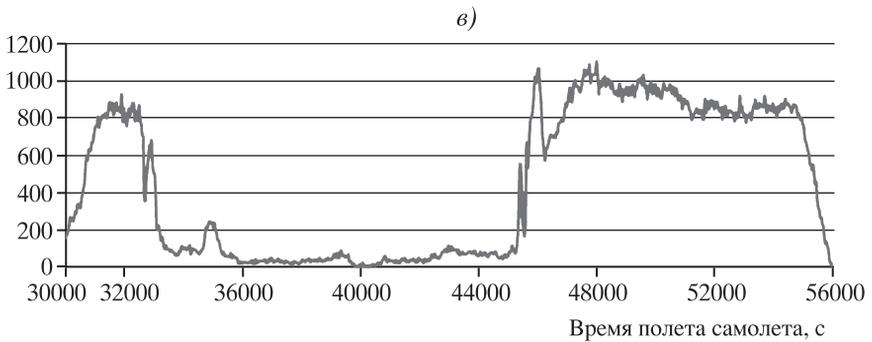
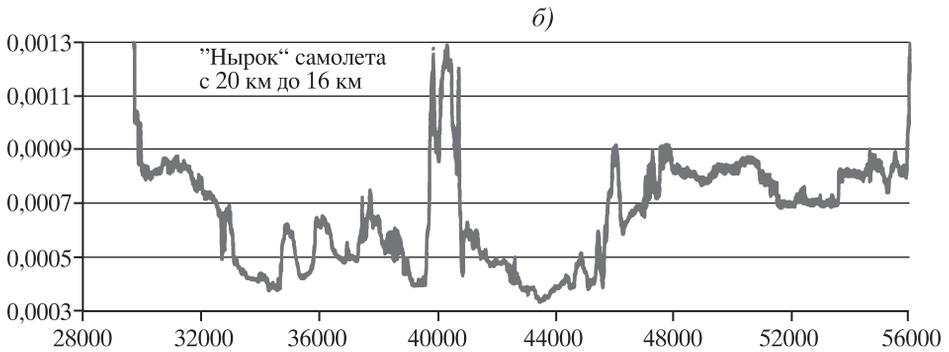
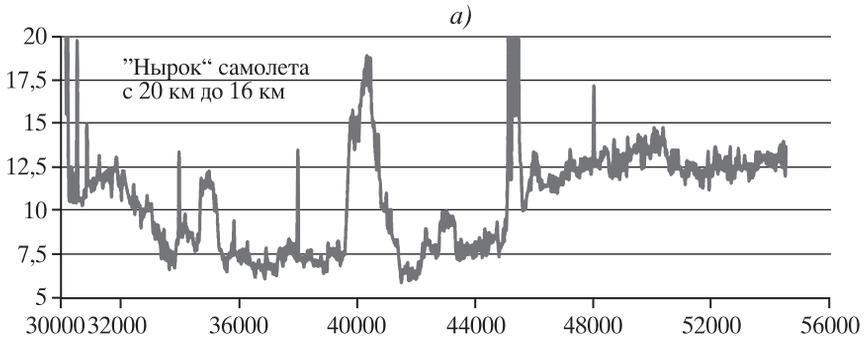


Графики результатов моделирования работы глобальной электрической сети в тропосферном облаке: а) распределение капель воды внутри облака; б) объемный заряд, накапливаемый на границах облака; в) концентрация положительных (сплошная линия) и отрицательных ионов (пунктирная линия) внутри облака. Цифры около кривых – радиусы капель (мкм), S – средние концентрации капель (м^{-3}). По данным А. Сривастава с коллегами.

и некоторых других соединений увеличивается (такое соответствие измеряемых величин, как отмечалось выше, называется антикорреляцией). Таким образом, концентрация озона антикоррелирует не только с окисью хлора, но и с концентрацией ядер конденсации, которые мы

связываем с ионами. Почему озон разрушается, виноваты в этом хлорные соединения или заряженные частицы, а может быть, оба механизма являются причиной разрушения озона? Антикорреляция озона и ядер конденсации наблюдается не только на тех участках полета, где присут-

ствует окись хлора, но и там, где ее нет, например в умеренных широтах или на высотах, куда хлорные соединения не опускаются. Одновременное действие двух механизмов ставит под сомнение анализ ночного полета самолета 3 февраля 2000 г. в рамках программы SOLVE. В этом полете



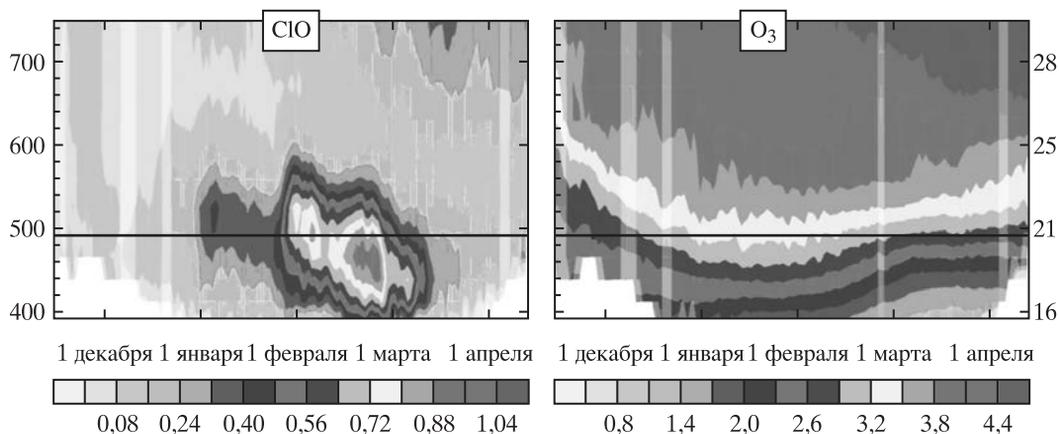
Графики самолетных измерений состава атмосферы в стратосфере: а) концентрации ядер конденсации; б) отношения смеси озона (ppb, указаны обратные значения); в) относительного содержания смеси окиси хлора (ClO, в ppb) в Арктике 11 марта 2000 г. в рамках эксперимента SOLVE.

наблюдались небольшие колебания концентрации озона, антикоррелирующие с окисью хлора и с ядрами конденсации. Однако причиной колебаний концентрации озона могут

быть только заряженные частицы, так как ночью не работает димерный цикл.

Для иллюстрации вышеизложенного рассмотрим измерения, выполненные на высотном

самолете NASA “ER-2” (Lockheed U-2S) в Арктике 11 марта 2000 г., когда сформировалась озоновая депрессия. Самолет вылетел из Кирены из области внут-



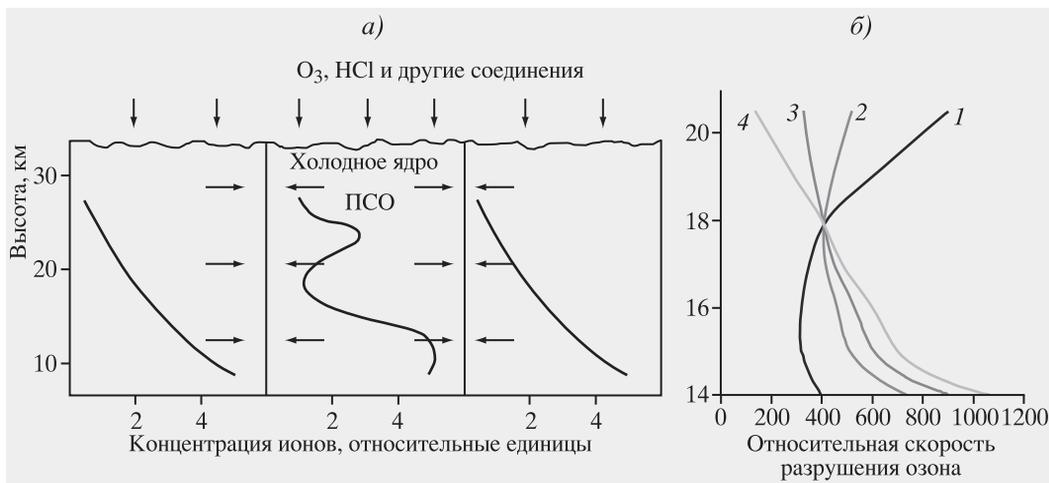
Диаграммы изменения отношения смеси окиси хлора (ClO) и озона (O₃) внутри полярного вихря в зимне-весенний период 2004–2005 гг. По данным М. Санти с коллегами.

ри вихря и направился к краю полярного вихря на высоте около 20 км, а затем развернулся и углубился в высокие широты. Во время большей части полета наблюдалась корреляция ядер конденсации и обратных величин отношения смеси O₃ (или антикорреляция прямых величин), включая участки полета, где отсутствует ClO. Окись хлора не может влиять на концентрацию озона на тех участках, где она отсутствует. Между тем связь озона с ядрами конденсации (ионами) очевидна на участках полета, где нет ClO. Конечно, там, где присутствуют ядра конденсации и окись хлора, возможно совместное влияние заряженных частиц и хлора на озон. Тем не менее наш анализ показывает, что основной вклад в разрушение озона вно-

сят ионы. Ионы наиболее близки по свойствам к максимально заряженным твердым частицам, на которых может разрушаться озон. Наблюдаемая вдоль трассы полета изрезанность измеренного профиля O₃ связана с разрушением O₃ на ионах, неравномерно распределенных из-за их “прилипания” к каплям ПСО. Там, где измеренная концентрация каплей велика, концентрация ионов (ядер конденсации) меньше, меньше и разрушение O₃ и наоборот. Вдоль трассы полета самолета наблюдаются также антикорреляция между концентрацией ядер конденсации и концентрацией целого ряда соединений, в том числе N₂O, CH₄, CFCl₃, CF₂Cl₂. Они считаются химически устойчивыми в нижней стратосфере, а изменение их концентрации обычно приписы-

вают влиянию динамики атмосферы. Причина их разрушения – взаимодействие с ионами. Наибольшие разрушения O₃, N₂O и других соединений наблюдаются над верхней границей ПСО в течение 46–54 тыс. с полета, где вследствие работы глобальной электрической цепи накапливается наибольшее количество ионов (ядер конденсации).

Аналогичные выводы сделаны нами и для Антарктики. Анализ самолетных измерений концентрации озона и окиси хлора в полярной стратосфере для 23 августа и 16 сентября 1987 г. в эксперименте ААОЕ показал, что антикорреляция между озоном и окисью хлора есть только в начале антарктической весны (16 сентября) и на ограниченном участке полета. Антикорреляция меж-



Графики распределения ионов и их влияние на скорость разрушения озона внутри полярного вихря: а) высотный профиль ионов в присутствии или отсутствии полярных стратосферных облаков (стрелками показана циркуляция воздуха с примесями); б) качественная оценка относительной средней скорости уничтожения озона, связанная с количеством полярных стратосферных облаков при переходе от зимы к лету (1 – зима, 2, 3 – весна, 4 – лето; по данным измерений в Антарктике).

ду ядрами конденсации и O_3 в той или иной степени присутствует на всей трассе полета в обоих самолетных экспериментах.

По нашему мнению, галогеновые соединения не играют ключевой роли в уничтожении O_3 , которую им приписывают. Анализ спутниковых измерений концентрации окиси хлора и озона внутри полярного вихря в Арктике в зимне-весенний период 2004–2005 гг. подтверждает этот вывод. На высоте 16 км окись хлора не может дать основной вклад в разрушение озона, так как озоновая депрессия начинает проявляться в начале марта, когда окись хлора практически исчезает, а

минимальное содержание озона приходится на конец марта – начало апреля.

Скорость убыли O_3 на разных высотах определяется характером распределения ядер конденсации (ионов) в различные месяцы. Мы сделали качественные оценки средней скорости убыли O_3 в нижней стратосфере в разные месяцы, исходя из самолетных измерений в Антарктике. Зимой при низких температурах практически все пространство внутри вихря покрыто ПСО. Наибольшая скорость уничтожения O_3 наблюдается над верхней границей облачности – примерно 18 км. “Провал” в распределении ионов и

опускание воздуха способствуют накоплению O_3 внутри облаков. При повышении температуры к концу весны – началу лета облака исчезают, и весь озон разрушается фоновыми ионами. Очень важна динамика процесса: чем интенсивней вихрь, тем больше озона опускается в области с увеличенным содержанием фоновых ионов, где озон разрушается. По нашим расчетам, разрушение O_3 в нижней стратосфере фоновыми ионами занимает от недели до месяца.

роль гидроксила

Как видно из приведенного выше анализа экспериментов, наше предположение о роли

заряженных частиц в полярной стратосфере подтверждается. Возникает вопрос: почему озон и некоторые другие соединения разрушаются при столкновении с заряженными частицами и ионами? Для разрушения газовых соединений, включая озон, недостаточно столкновения, а необходима химическая реакция с молекулами, входящими в окружение иона. Мы нашли такую реакцию. При распаде озона O_3 на эффективной поверхности иона образуются молекула O_2 и атом кислорода O . Если молекула O_2 выбрасывается в пространство, сталкиваясь с молекулами воды, то атом кислорода может вступить в химическую реакцию (ее порог – 0,7 эВ) с молекулами воды на эффективной поверхности иона: $O + H_2O = 2 OH$. Потенциальная энергия молекул воды в окружении ионов может достигать таких энергий. Например, эта энергия для иона H_3O^+ , как отмечалось выше, составляет примерно 0,8 эВ и может использоваться в рассматриваемой

реакции. Отметим, что благодаря этой реакции молекулы озона теряются безвозвратно и их восстановление в результате тройных соударений $O + O_2 + M = O_3 + M$ становится невозможным.

Озон – мощный источник гидроксила на поверхности заряженных частиц. Молекулы гидроксила OH обладают большим дипольным моментом и, как следствие, большим временем жизни на эффективной поверхности иона. Учитывая данный факт и высокую концентрацию O_3 в стратосфере по сравнению с хлорными, азотными и другими соединениями, мы пришли к выводу, что ряд соединений может реагировать на эффективной поверхности ионов с гидроксидом OH . Взаимодействие гидроксила OH с хлорными резервуарами HCl и $ClONO_2$ приводит к накоплению окиси хлора. Устойчивые соединения (CH_4 , N_2O , $CFCl_3$, CF_2Cl_2 и другие вещества) могут разрушаться на поверхности заряженных частиц при взаимодействии с гидроксидом. Дело в том, что

порог реакций с гидроксидом для целого ряда соединений, включая устойчивые, не превышает 0,4 эВ, а потенциальная энергия гидроксила OH на поверхности иона H_3O^+ может достигать 0,7 эВ. В полярной стратосфере образуется не только озоновая дыра, но и метановая дыра, дыра закиси азота и другие дыры.

Итак, заряженные частицы, в основном ионы, играют важную роль в химических реакциях в озоновом слое в полярных широтах. Вследствие работы глобальной электрической цепи происходит перераспределение заряженных частиц, и в результате они накапливаются на границах ПСО. В полярном вихре воздушные массы вместе с соединениями, разрушающимися на ионах, опускаются из областей с малой концентрацией ионов в области, где концентрация ионов становится достаточной для образования озоновой и, возможно, других “дыр”. Хлорсодержащие соединения, по-видимому, не имеют отношения к разрушению озона.

Лидия Николаевна Радлова

Через жизнь нашего поколения московских (и не только московских) астрономов, заканчивавших университет и вступавших в ряды научного сообщества в 1950-е гг., прошла эта во всех отношениях необыкновенная женщина – одна из последних представительниц высокой российской интел-

лигенции. Человек разносторонних способностей, с незаурядным талантом и в поэзии, и в живописи, Лидия Николаевна Радлова проявила себя талантливым астрономом-исследователем и организатором контактов ученых нашей страны с мировой наукой через знаменитый некогда



Л.Н. Радлова. 1978 г.

РЖАстр¹, а кроме того была, без сомнения, воспитателем душ для многих своих коллег и просто друзей, посещавших ее удивительно гостеприимный дом.

Поднявшись на 16-й этаж в небольшую квартиру на Таганке, мы встречались с Лидией Николаевной и ее мужем Борисом Юльевичем Левиным, известным астрономом, доктором физико-математических наук, и оказывались в особом “оазисе”, в атмосфере утонченной культуры XIX в. Об этом говорило все – сама хозяйка, старинная мебель, стол под необычным абажуром, посуда и даже гости, невольно впитывавшие дух настоящего аристократизма этого дома! А еще – удивительное гостеприимство хозяйки, окруженной милыми детьми и внуками, стихи на стене, обращенные к гостям:

“Ведь без гостей, как без друзей, на свете трудно жить,

И не беда, что после них посуду надо мыть!”

Здесь бывали и астрономы, и художники, и поэты, и деятели новой демократии России начала 1990-х гг. – В.К. Абакин, В.Г. Горбацкий (приезжая в Москву, он всегда останавливался в этом доме), А.Г. Масевич; В.С. Сафронов и Е.Л. Рускол (коллеги Бориса Юльевича по Институту физики Земли, в котором он почти четверть века руководил унаследованным от О.Ю. Шмидта Отделом эволюции Земли), сын Н.А. Козырева (родственник Лидии Николаевны), Н.Н. Казанский (ныне академик РАН, директор Института лингвистических исследований РАН), биолог Н.Н. Воронцов (с которым мы вели разговоры о незабываемом 91-м...) и многие другие, кого неожиданно сближала доброжелательная атмосфера “Дома на Таганке”.

Лидия Николаевна унаследовала и продолжала традиции петербургской культуры, от нее веяло доброжелательностью и теплотой, во всем ощу-

щались ее тактичность и деликатность. Ее реплики всегда были находчивы и остроумны. Лидия Николаевна любила людей, чувствовала их и сама непременно оказывалась душой компании.

Вспоминается такой эпизод. Однажды ночью во время наблюдений на Абастуманской астрофизической обсерватории при пасмурном небе мы, наблюдатели, сидели как на иголках, ждали прорыва в облаках, постоянно смотря на небо, и один астроном, в очередной раз поглядев на небо, вдруг сказал: “Звезд нет, все звезды здесь, а главная, конечно, Лидия Николаевна”.

Лидия Николаевна Радлова родилась 23 декабря 1913 г. в Санкт-Петербурге, в семье художника, профессора Академии художеств Николая Эрнестовича Радлова – сына философа, директора Публичной библиотеки Э.Л. Радлова. Воспитанная в такой гуманитарной атмосфере, она вдруг, после окончания школы в 1931 г., поступила на математико-механический факультет Ленинградского государственного университета по “астрономической специальности”, как она писала в автобиографии. И только на семейном вечере, посвященном 100-летней годовщине Лидии Николаевны, для нас неожиданно открылась причина такого “поворота”: рано потеряв мать и находясь в очень теплых отношениях с новой женой отца, она испытала большое влияние своего названного деда – отца мачехи, который был моряком и впервые познакомил ее с астрономией, морской конечно.

Еще будучи студенткой, Л.Н. Радлова приняла участие в экспедиции ленинградских астрономов в Красноярск во главе с известным планетологом В.В. Шароновым для наблюдения знаменитого солнечного затмения 19 июня 1936 г. Во время полной фазы затмения ею были выполнены абсолютные измерения “освещенности” от солнечной короны (светового потока, приходящегося на единицу площади), а также светового потока от Солнца во время частных фаз затмения. Еще в начале 1930-х гг. В.В. Шаронов орга-

¹ Реферативный журнал ВИНТИ “Астрономия”.



Л.Н. Радлова и В.В. Шаронов во время наблюдений. Ташкентская астрономическая обсерватория. 1938 г.

низовал при Астрономической обсерватории Ленинградского университета лабораторию планетной астрономии. Перед сотрудниками лаборатории была поставлена тогда задача с помощью фотометрических и колориметрических исследований постараться разгадать природу поверхностного покрова Луны и планет. Теперь, во время экспедиции, Л.Н. Радлова близко познакомилась с методами работы по этой теме и, что называется, “заболела Луной”. После окончания в 1936 г. университета она работала младшим научным сотрудником в этой лаборатории, а в 1938 г. поступила в аспирантуру к В.В. Шаронову. Основные научные исследования Л.Н. Радловой были посвящены фотометрии Луны и планет. Она определяла абсолютные фотографические коэффициенты яркости поверхности Юпитера, из фотометрических и колориметрических измерений определила цвет поверхности Юпитера и Сатурна, цвет Марса во время противостояния в 1939 г. Лидия Николаевна приняла участие в коллективной работе по сопоставлению оптических параметров отдельных участков

Луны и образцов земных пород, указав на сходство лунных объектов с аплитом, сиенитом и серой. Кроме того, на основании своих наблюдений она пришла к выводу, который свидетельствует о скрупулезности ее исследований: пылевой метеорный покров на Луне не является сплошным, в нем имеются прогалины, обнажающие коренные породы лунных скал².

В 1941 г. Л.Н. Радлова окончила аспирантуру и представила диссертацию на тему “Исследование цветовых контрастов лунной поверхности”. В 1940–1944 гг. она работала старшим научным сотрудником Ленинградского естественнонаучного института им. П.Ф. Лесгафта. Начавшаяся в 1941 г. Отечественная война и угроза блокады изменили течение жизни Лидии Николаевны: ей пришлось переехать с двухлетней дочкой в Москву, где жил ее отец. Какое-то время она оставалась официальным сотрудником института им. П.Ф. Лесгафта, в частности провела исследование отражательной способности гипсового экрана. Тогда же, в 1942–1944 гг., она работала старшим научным сотрудником Московского государственного института мер и измерительных приборов. Впоследствии Лидия Николаевна с улыбкой вспоминала: в ее обязанности входило посещение московских рынков, чтобы контролировать точность веса гирь, используемых продавцами. (И при возникновении каких-либо “трений” дело всегда улаживалось мирно благодаря деликатности “контролера”.)

Оглядываясь назад, можно сказать, что война переломила астрономическую судьбу Л.Н. Радловой: ей пришлось расстаться с любимой группой ленинградских “планетчиков”, иначе она, возможно, и в этой области достигла бы немаловажных результатов.

² Это могли быть действительно “оголенные” части лунных “морей” – выходы лунных базальтов – результатов древних вулканических извержений, спровоцированных, видимо, ударами о лунную поверхность метеоритов. – Прим. А.Е.

Между тем война подходила к концу. Летом 1943 г. возобновил работу в обычном режиме МГУ, и Л.Н. Радлова представила и защитила на Ученом совете его механико-математического факультета кандидатскую диссертацию на тему “Колориметрическое исследование лунной поверхности”. В январе 1944 г. она была принята на работу старшим научным сотрудником в ГАИШ МГУ, который в то время располагался на старой территории Московской обсерватории на Красной Пресне³. Лидия Николаевна начала работать в лаборатории “Новых звезд и планетарных туманностей”. Лаборатория была основана еще в довоенное время профессором Б.А. Воронцовым-Вельяминовым для изучения очень широкого круга объектов: от новых звезд, нестационарных, непрерывно извергающих свое вещество звезд Вольфа – Райе, горячих О-звезд до планетарных и других эмиссионных туманностей. Лаборатория размещалась в двух комнатах в небольшом домике недалеко от главного здания обсерватории, что давало повод Лидии Николаевне в шутку называть ее, перефразируя Гоголя, “хутором близ дирекции”, поскольку рядом был кабинет директора. В одной комнате сидели сотрудники, в другой были установлены микрофотометры для измерения негативов. Оснащение лаборатории было очень бедным: для астрономических наблюдений была только зеркальная 30-см камера, установленная в малой железной башне. А так как ночное московское небо было очень светлым, пластинки быстро засвечивались. Для выполнения программы Б.А. Воронцова-Вельяминова надо было ехать в другие обсерватории, расположенные в местах с хорошим астроклиматом. С этой целью Лидия Николаевна была командирована

³ Ныне, после переезда института в 1953 г. во вновь сооруженное здание на Воробьевых горах, на Красной Пресне располагается музей ГАИШ МГУ, в котором работает Секция истории университетской астрономической обсерватории и самого ГАИШ.

на в Абастуманскую астрофизическую обсерваторию АН Грузинской ССР. Обсерватория находится близ курорта Абастумани на горе Канобили (1650 м над уровнем моря) в урочище, отличающемся прекрасным астроклиматом, прозрачной и спокойной атмосферой. Поскольку спецификой ГАИШ является тесная связь научной работы с учебным процессом на астрономическом отделении МГУ, Лидия Николаевна совмещала собственную наблюдательную работу с руководством астрономической практикой студентов. Она сумела так организовать процесс их знакомства с работой на телескопах и различных установках, что помимо самой работы они смогли насладиться и красотой необыкновенно живописных окрестностей. Она всегда была душой компании, к которой присоединялись и студенты, приезжавшие на практику из других университетов, а также молодые грузинские сотрудники. Студенты, которым посчастливилось проходить практику под руководством Л.Н. Радловой, навсегда запомнили ее голос с необыкновенно красивыми интонациями и весь ее благородный образ, излучавший удивительную доброту.

Для выполнения своей программы определения фотографических звездных величин вновь открывавшихся горячих звезд типа Вольфа – Райе Лидия Николаевна проводила наблюдения на 8-дюймовой камере и на 35-см анаберрационной камере Шмидта. В 1947 г. она (совместно с сотрудницей лаборатории О.В. Катц) получила снимки планетарных туманностей, для которых Б.А. Воронцов-Вельяминов и П.П. Паренаго ранее (1931) уже определяли интегральные фотографические звездные величины, но посчитали свои результаты недостаточно точными, а иные у них и вовсе не имели оценок звездных величин. Результаты Радловой и Катц, полученные в 1947 г. по нескольким пластинкам, не только дополнили эти исследования, но и показали хорошее согласие с ними. По снимкам, сделанным там же камерой Шмидта с соответствующими филь-



На семинаре в лаборатории профессора Б.А. Воронцова-Вельяминова: Б.А. Воронцов-Вельяминов, Л.Н. Радлова (стоит), О.Д. Докучаева, А.М. Лозинский, Ю.И. Продан и Г.А. Пономарёва. 1951 г.



Академик АН Казахской ССР Г.А. Тихов (в центре) и Л.Н. Радлова (слева) среди сотрудников Московского государственного лекционного бюро. 1953 г.

рами, Лидия Николаевна исследовала распределение цвета в центральных частях знаменитой М31 (ближайшей к нам спиральной галактики, известной как Туманность Андромеды). В 1950 г. она занялась поиском красных звезд, излучение которых сосредоточено преимущественно в инфракрасной области спектра. Этой темой, предложенной Б.А. Воронцовым-Вельяминовым, в то время занимались лишь немногие исследователи. Трудности были связаны с тем, что чувствительность фотоэмульсий к инфракрасному излучению чрезвычайно мала. Лидия Николаевна получила снимки ряда областей Млечного Пути, в том числе области вокруг звезды Р Лебеда в синих ($\lambda = 4000 \text{ \AA}$) и инфракрасных ($\lambda = 8800 \text{ \AA}$) лучах. Для всех звезд она определила звездные величины в этих диапазонах излучения, а также инфракрасные показатели цвета. Около Р Лебеда Радлова обнаружила огромное количество красных и инфракрасных звезд с показателем цвета более $3,4^m$, значительно превышающее их число в других исследованных ею же областях. Для продолжения поисков таких звезд Лидия Николаевна начала опыты по гиперсенситбилизации фотоэмульсии путем купания пленок в воде. Опыты эти были остановлены неожиданным увольнением Радловой из института в 1952 г. (на пике печально известной борьбы с так называемым “космополитизмом”, когда из ГАИШ была уволена целая группа научных сотрудников, в их числе ее муж Б.Ю. Левин и наш великий космолог А.Л. Зельманов).

После недолгой работы в Московском лекционном бюро Л.Н. Радлову пригласили на работу в только что созданный Всесоюзный институт научной и технической информации (ВИНИТИ), где, по воспоминаниям коллег, в полной мере раскрылся ее уникальный талант общения с людьми. Поскольку ряд сотрудников института, в том числе главный редактор реферативного журнала “Астрономия” Кирилл Федорович Огородников, жили в Ленинграде, часто ездить туда приходилось и

Лидии Николаевне. Это позволило ей снова поработать вместе с группой профессора В.В. Шаронова. В 1954 г. Лидия Николаевна участвовала в экспедиции в г. Ейск для наблюдения полного солнечного затмения, оценивала интегральный блеск Марса во время его оппозиции 1956 г., вела фотометрические наблюдения полного лунного затмения, определяла порог цветоразличения при визуальном наблюдении лунной поверхности и предельное различие цветности лунных объектов (1958).

Вот как о работе Лидии Николаевны в ВИНИТИ вспоминает ее ближайший сотрудник В.Г. Шамаев: *“С апреля 1953 г., то есть с момента основания, по 1983 г., в течение 30 лет, Лидия Николаевна Радлова работала во Всесоюзном институте научной и технической информации. Это было поистине “золотое время” института. Л.Н. Радлова была редактором раздела “Солнечная система”, вместе с П.Г. Куликовским вела “Общий раздел. История астрономии”; с А.П. Челомбитко, а позднее со мной, разделы “Астрометрия” и “Астрономические инструменты”. Одновременно она была Ученым секретарем редколлегии реферативного журнала (РЖ) “Астрономия и Геодезия”. Позднее бессменный заведующий отделом астрономии ВИНИТИ Инна Сергеевна Щербина-Самойлова добавила к этому выпуски РЖ “Исследование космического пространства” и “Исследование Земли из космоса”.*

Выйдя на пенсию, Лидия Николаевна посвятила себя прекрасному делу – организации ряда выставок в городе своей юности Ленинграде, посвященных творчеству ее знаменитого отца: “Кривое зеркало. Шаржи и карикатура XX века” (музей А. Ахматовой в Фонтанном доме, 1992), “Николай Радлов. Из творческого наследия” (Отдел эстампов в РНБ⁴, 1993) и др.

⁴ Российская национальная библиотека, широко известная прежде как Публичная библиотека им. М.Е. Салтыкова-Щедрина. – Прим. А.Е.



В квартире у Л.Н. Радловой: Э.А. Дибай, Л.В. Самсоненко, Лидия Николаевна, И.С. Щербина-Самойлова, второй справа вверху – М.У. Сагитов. Середина 1950-х гг. Из архива И.С. Щербиной-Самойловой.

Я познакомился с Лидией Николаевной в 1978 г. Моя однокурсница, которая работала в ВИНТИ, попросила им помочь, так как редактор раздела “Астрометрия” пулковчанин А.П. Челомбитько предупредил, что переезжает в Одессу и уже не сможет каждый месяц посещать институт, чтобы редактировать материалы раздела. Какие это были золотые времена для ВИНТИ! Нештатных сотрудников хоть пруд пруди. Работать в ВИНТИ было престижно, а для штатных сотрудников, специалистов в своей области, это еще была и возможность читать все свежие научные статьи, приходившие со всего мира. И так, я пришел в здание ВИНТИ на Балтийской, 14 – место, по-моему, известное всем научным работникам [старшего] поколения, где меня и встретила Лидия Николаевна. ВИНТИ располагался в старинном дворце с широкими мраморными

лестницами, просторными коридорами и высоченными потолками. У отдела астрономии тогда были три большие светлые комнаты. В первой, проходной комнате находились технические работники, а во второй научные сотрудники. Стол Лидии Николаевны был у большого окна слева. Уютное местечко. За стеной была комната, где сидела Инна Сергеевна Щербина-Самойлова с литредактором Львом Гавриловичем Епифановым, и они, бывало, перестукивались, приглашая друг друга.

Выглядела Лидия Николаевна изумительно. Встретила она меня приветливо и сразу так расположила к себе, что я, правда, немного подумав, встретившись с А.П. Челомбитько, когда тот приехал готовить очередной номер, согласился побыть какое-то время редактором. Отказать им было невозможно. Так я и проработал штатным сотрудником до 1988 г., когда Инна Сергеевна



В гостях у Л.Н. Радловой: Л.Д. Ревина, В.Г. Шамаев, Лидия Николаевна, Т.Б. Крундышева. Начало 1980-х гг.

пригласила меня занять ее должность. Тогда было по академии кратковременное распоряжение о невозможности занятия руководящих должностей после 70 лет. Чудачества тогдашнего генсека, указания которого чиновники, как всегда, бросились рьяно исполнять⁵.

Вернусь к Лидии Николаевне. Вот ведь бывает так, что разные по возрасту люди чувствуют себя сверстниками, ведут себя друг с другом как близкие друзья – радуются, обижаются, как бы одинаково думают, имеют общие интересы. Конечно, это была заслуга Лидии Николаевны.

⁵ Скорее, попытка ввести жесткое, но не лишнее логики, правило западноевропейских научных учреждений. Кстати, в наши дни в РАН оно также находит применение и уже осуществлено, например, в Институте философии. – Прим. А.Е.

С ней вместе мы всегда просматривали подготовленные мною в номер рефераты, определяли их очередность в номере, и это не было формальностью, почти всегда она что-то поправляла. После работы непременно угощала чаем с конфеткой. Прекрасна была и традиция отдела астрономии – встречать Старый Новый год с нештатными сотрудниками. Она сохранялась еще долго.

Бывало, мы вместе гуляли, она хорошо знала старую Москву, хотя родилась в Ленинграде. Много раз я бывал у них с Борисом Юльевичем Левиным дома, “на Таганке” (на Марксистской улице). Кстати, она нередко приглашала к себе в гости всех сотрудников отдела, и даже когда я бывал у нее в гостях один, то всегда к моему приходу, да и не только к моему, что-нибудь пекла. Часто это бывали великолепные творожные печенки: перед помеще-



Л.Н. Радлова, Б.Ю. Левин, Ф. и Б. Уиппл.
Скалнато Плесо, Чехословакия. 1967 г.

нием в духовку они посыпались сахаром, который плавился и образовывал глазированную корочку. Мне они очень нравились, и она, конечно, это знала. Как-то, во время моего пребывания в ее доме пришел ленинградец К.Ф. Огородников, в то время главный редактор РЖ “Астрономия”. Он уже был в возрасте, и помню, как она ему сказала: “Кирилл Федорович, может, простокваши поедите”. Он ответил: “С большим удовольствием”. А после она еще и предложила ему отдохнуть на диванчике, что он с охотой и сделал. Кириллу Федоровичу было тогда уже за восемьдесят, но был он очень энергичен, с ясной головой. Все это произвело на меня большое впечатление.

Среди женщин-астрономов встречаются неординарные личности. Сама наука к этому располагает. Однако таких, как Лидия Николаевна, встречается среди астрономов-женщин, да и не только, совсем немного. Перефразируя, слегка, Булата Окуджаву: “Вот таких-то людей очень мало. На планету – совсем ерунда...”

В круг близких знакомых и друзей Лидии Николаевны и Бориса Юльевича входили также известные зарубежные астрономы.

Лидия Николаевна вместе со своим мужем Б.Ю. Левиным, известным исследователем комет и проблем планетной космогонии, написала прелестную книгу для детей младшего возраста “Астрономия в картинках”, которую проиллюстрировала красочными картинками ее дочь Е.Ф. Радлова. Книга пользовалась оглушительным успехом и была переведена на многие языки. Помню, как в одну из встреч в самом начале нашего знакомства Лидия Николаевна спрашивает, есть ли у меня эта книжка. Если нет, то она мне подарит последний оставшийся у нее экземпляр вышедшего недавно издания. Но с просьбой: тираж в Москве и Ленинграде весь разошелся и если, случайно, я в каком-нибудь городе ее увижу, то сразу куплю ей много. Мне, можно сказать, “повезло”, в Николаеве я купил пять последних экземпляров, и она радовалась, что хоть это удалось достать. Мой сын, Никита, который в 1990-е гг. был еще маленьким, с удовольствием читал эту книжку, рассматривал картинки, задавал вопросы. Может поэтому его и сейчас притягивает астрономия, хотя по образованию он физик.

Лидия Николаевна умела дружить. Часто говорила: “Надо поехать в Ленинград, что-то давно я своих знакомых не видела”. Знакомые у нее были во многих местах. Так, когда мы вместе приехали в Ригу на конференцию, она сказала, что остановится, конечно же, у друзей, “которых давно не видела”. На банкете, которым завершалась каждая конференция, мы сидели вместе, и к ней постоянно подходили знакомые, но у меня было ощущение, что она говорит только со мной: в этом был особый дар ее общения с людьми”.

Художественные таланты семьи Радловой – Левиной, как вспоминает одна из соавторов настоящей статьи (А.И. Еремеева), ярко проявились, когда Лидия Николаевна и Борис Юльевич истинно

порадовали уже смертельно больного О.Ю. Шмидта своим коллажем, изображавшим его как знаменитого “ледового комиссара” на льдине после гибели “Челюскина” (1934) и сопровождавшимися стихами:

“В Ледовитом океане без руля и без ветрил

*Отто плавает в тумане – бороною
всех прикрыл...”*;

а еще – коллажем ко дню его рождения, изображавшим Отто Юльевича сидящим в любимой позе йога на берегу Рижского залива на фоне его же развертывающейся космогонической картины творения нашей планетной системы...

В летний день 1999 г. в маленькой старинной церкви Иоанна Предтечи на Пресне мы прощались с нашей Лидией Николаевной (она скончалась 21 июня). (Даже здесь ее хорошо знали, и службу проводил знакомый ее семье священнослужитель). Но для нас Лидия Николаевна продолжает при-

существовать, быть рядом. И ей вовсе не 100 лет: все мы, не только ее сотрудники, но и близкие друзья ее дома, по-прежнему ощущаем себя ровесниками ее – той, всегда молодой, остающейся для всех нас образцом Ученого, Личности, удивительно многогранного и душевного Человека. Несмотря на то, что Лидии Николаевне, как и всему поколению людей, родившихся в России в начале XX в., пришлось пережить немало трудностей и лишений, уже в свои преклонные годы она говорила: *“Я прожила очень счастливую жизнь”*.

Авторы благодарят семью Л.Н. Радловой за предоставление редких биографических документов и фотографий из семейного архива.

О.Д. Докучаева, А.И. Еремеева,

Г.А. Пономарёва

ГАИШ МГУ

В.Г. Шамаев

ВИНИТИ

Владимир Александрович Магницкий

(К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Выдающийся советский геофизик академик Владимир Александрович Магницкий внес значительный вклад в развитие науки и подготовку квалифицированных кадров в нашей стране.

Будущий ученый родился 12 июня 1915 г. в г. Пензе в семье учителя физики и естествознания, преподававшего в реальном училище и ряде гимназий. Под влиянием разносторонне образованного отца, Александра Николаевича, формировались интересы

Владимира. Еще в 1905 г. А.Н. Магницкий участвовал в организации Пензенского общества любителей естествознания и естественно-исторического музея в городе.

В 1931 г. Владимир окончил семилетнюю школу и поступил в Пензенский землеустроительный техникум. Уже со школьных лет его интересовала геология. Летом 1931 г. юноша работал в геодезической экспедиции, где освоил метод параллактической полигонометрии. В 1935 г. он отлично окончил в Пензе одногодичные курсы, соответствующие IV курсу рабфака по подготовке в Уральский политехнический институт, но, следуя сложившимся у него интересам, в том же году поступил в Московский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (МИИГАиК).

Еще студентом В.А. Магницкий написал свою первую научную работу и внедрил новый способ определения асимметрии угловых марок, существенно упростивший и ускоривший процедуру измерения углов при полигометрических и базисных работах.

В 1940 г. В.А. Магницкий с отличием окончил МИИГАиК и был оставлен в аспирантуре на кафедре высшей геодезии. Работал в качестве начальника партии на берегах Лены по рекогносцировке пунктов триангуляции и закладке центров.



Руководителем диссертационной работы В.А. Магницкого был крупный геодезист член-корреспондент АН СССР Ф.Н. Красовский. В 1943 г. Владимир Александрович, еще аспирант, был начальником партии топографогеодезической экспедиции, работавшей по заданию Военно-топографического управления Генштаба.

В 1944 г. В.А. Магницкий защитил кандидатскую диссертацию «О связи научных задач геодезии и постановки геодезических исследований с проблемой изучения твердой оболочки земного шара». А уже в 1948 г. он закончил докторантуру в Институте теоретической геофизики АН СССР и защитил докторскую диссертацию «Исследования строения Русской платформы по геодезическим и гравиметрическим данным». В этой работе он продемонстрировал методы использования астрономо-геодезических материалов для решения задач тектогенеза.

В 1946 г. В.А. Магницкий показал, что при погружении синеклизы (очень пологий прогиб земной коры в пределах платформы, имеющий в плане неправильно округлые или овальные очертания, до нескольких сотен, иногда более тысячи километров в поперечнике) возникают напряжения, достаточные для выдавливания блоков фундамента по разделяющим их ослабленным зонам – разломам, образующим поднятия. В конце 1940-х гг. В.А. Магницкий исследовал широкие волны геоида с привлечением астрономо-геодезических данных. В 1948 г. он начал преподавать на кафедре высшей геодезии МИГАиКа, а в 1950 г. стал профессором и заведующим кафедрой гравиметрии и геофизики. С 1948 г. читал на кафедре геофизики геологического факультета МГУ курс лекций по физике Земли, в 1952 г. по совместительству стал работать старшим научным сотрудником в Институте физики Земли АН СССР. В 1957 г. его избрали профессором и заведующим кафедрой физики Земли физического факультета МГУ.

С 1955 г. В.А. Магницкий начал теоретические исследования состояния вещества Земных недр и его реологических свойств. Он предложил объяснение цикличности землетрясений на основе максвелловской реологии вещества литосферы, оценил скорости деформации при сильных землетрясениях, поставил вопрос о природе переходного слоя мантии, сделал предположение о возможности распада оливина на составляющие окислы.

В 1960-е гг. В.А. Магницкий пытается объяснить основные неправильности гравитационного поля Земли неоднородным распределением радиогенных элементов, отражающим вариации плотности. Он обнаружил каналовые волны, распространяющиеся преимущественно в зоне низких скоростей верхней мантии Земли. Физическую природу этого слоя В.А. Магницкий объяснил частичной аморфизацией или плавлением вещества в нем.

В 1964 г. он обосновал возможность образования земной коры в результате эволюции свободно конвектирующего слоя мантии. Исследовал термические напряжения и показал, что ими нельзя объяснить сейсмичность островных дуг.

В.А. Магницкий предложил вещественные модели мантии, которые рассчитываются с использованием уравнений состояния. В 1968 г. на чтениях им. В.И. Вернадского он выступил с докладом о природе слоя низких скоростей верхней мантии Земли, получившим высокую оценку специалистов.

В 1970 г. В.А. Магницкий предложил метод реперных точек для оценки распределения температуры в недрах Земли, получивший впоследствии широкое распространение.

В это же время В.А. Магницкий начинает интересоваться проблемой современных движений земной коры. Вместе со своими учениками он исследовал эффект движения плиты по неровной поверхности литосфера – астеносфера. В 1980 г. В.А. Магницкий возглавил

изучение современных движений земной коры с региональной детализацией. Это позволило детально изучить их основные закономерности, особенно в связи с рельефом фундамента и геофизическими полями, характер их унаследованности.

В.А. Магницкий написал ряд учебников и монографий. За монографию “Внутреннее строение и физика Земли”, изданную в 1965 г., он получил премию им. О.Ю. Шмидта АН СССР. В 1964 г. его избирают членом-корреспондентом АН СССР, с 1979 г. он работает в Институте физики Земли АН СССР в качестве заведующего лабораторией теоретической геофизики и заведующего отделом физики недр Земли и планет.

С 1981 г. почти 20 лет В.А. Магницкий был главным редактором центрального геофизического журнала страны “Физика Земли”. Он был председателем Научного совета при Академии наук по физике недр Земли.

В.А. Магницкий активно участвовал в работе различных международных гео-

физических организаций. Он был членом бюро Международного геодинамического проекта и вице-председателем одного из комитетов Международного проекта “Литосфера”. Важнейшим этапом его международной деятельности было руководство Международной ассоциацией сейсмологии и физики недр Земли в 1967–1971 гг. в качестве вице-президента, в 1971–1975 гг. – Президентом, оставался членом бюро до 1979 г.

В 1979 г. В.А. Магницкого избирают академиком АН СССР, в 1984 г. – Иностранным членом Академии наук ГДР.

В 1995 г. В.А. Магницкий получил Демидовскую премию. Он неоднократно награждался орденами и медалями.

Скончался В.А. Магницкий 16 октября 2005 г. Научные труды Владимира Александровича, вошедшие в золотой фонд науки, по-прежнему актуальны, а дело его жизни продолжают многочисленные ученики.

А.В. КОЗЕНКО

доктор физико-математических наук

Перспективы российских исследований ДЗЗ

Внимание к исследованиям Земли из космоса возрастает с каждым годом. Это объясняется тем, что технические средства дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) постоянно совершенствуются, они позволяют получать более точные данные об интересующих ученых объектах и процессах, на их основе можно делать более достоверные заключения, например об экологическом состоянии нашей планеты, прогнозировать объемы будущего урожая. Одно из основных преимуществ спутниковых систем наблюдения Земли в том, что они позволяют получать глобальные данные о состоянии окружающей среды, ее динамике и возобновляемых ресурсах. Эта информация сегодня особенно важна для выбора направлений развития экономики страны, обеспечения ее конкурентоспособности, своевременной оценки возможных угроз и выбора вариантов их парирования. В то же время



в России не создаются системы и технологии, ориентированные на ведение глобального дистанционного мониторинга, что в ближайшие годы

может лишить Россию такой возможности. Чтобы исправить ситуацию, следует начать активно разрабатывать научные основы и перспектив-

ные методы глобального дистанционного мониторинга в рамках проектов Миннауки, РФН и РФФИ, создавать новые технологии глобального мониторинга.

В настоящее время активно развиваются отечественные спутниковые системы ДЗЗ. В ближайшие несколько лет Россия, вероятно, будет обладать современной конкурентоспособной спутниковой группировкой, которая сможет изучать и контролировать природные и антропогенные объекты. Между тем эффективное использование данных, поступающих со спутников ДЗЗ, возможно только в том случае, если оно доведено до уровня, позволяющего проводить их автоматизированный количественный анализ. Информация должна обладать хорошей радиометрической калибровкой и пространственной привязкой (в идеале субпиксельной). Для ее получения необходимо разработать и внедрить специальные технологии обработки данных, рассчитанные на постоянно возрастающие информационные потоки и ориентированные на российские спутниковые системы.

Подобные и многие другие аспекты широко обсуждались 10–14 ноября 2014 г. в ИКИ РАН на XII Всероссийской открытой конференции

“Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, природных и антропогенных объектов”. По общему признанию, Конференция стала крупнейшим и самым представительным в России научным форумом по проблемам ДЗЗ. В Конференции приняли участие более 700 специалистов из 54 городов России, стран ближнего зарубежья (Белоруссия и Казахстан), а также из США и Дании. В их докладах были отражены научные достижения, полученные в научно-исследовательских организациях и университетах, результаты применения методов ДЗЗ в региональных производственных организациях. На Конференции было представлено 520 докладов, из них 181 стендовый.

На Конференции работали следующие секции:

– дистанционные методы исследования атмосферных и климатических процессов;

– дистанционные исследования поверхности Океана и ледяных покровов;

– дистанционное зондирование растительных и почвенных покровов;

– дистанционное зондирование ионосферы;

– дистанционные методы в геологии и геофизике;

– методы и алгоритмы обработки спутниковых данных;

– технологии и методы использования спутниковых данных в системах мониторинга;

– вопросы создания и использования приборов и систем для спутникового мониторинга состояния окружающей среды;

– дистанционное зондирование планет Солнечной системы;

– выездное заседание по проблеме “Российская система спутниковых наблюдений и технологий: состояние и перспективы развития”, состоявшееся в Научном центре оперативного мониторинга Земли “Российские космические системы”.

В день открытия Конференции на первом пленарном заседании прозвучали обзорные доклады о текущем состоянии, дальнейшем развитии и организации эффективного использования российских космических систем ДЗЗ для решения социально-экономических, научных и практических задач, предотвращения чрезвычайных ситуаций и ликвидации их последствий. С докладами выступили ведущие специалисты и руководители научно-производственных центров.

С большим вниманием выслушан пленарный

доклад заместителя начальника Управления автоматических космических комплексов и систем Федерального космического агентства **В.А. Заичко**, который рассказал о планах развития орбитальной группировки аппаратов ДЗЗ. Он напомнил, что если в 2006 г. у России был всего один спутник ДЗЗ, то сегодня их уже семь, а в дальнейшем это число будет расти. Роскосмос к 2020 г. намерен довести орбитальную группировку до 15–25 космических аппаратов ДЗЗ и поддерживать ее на уровне, соответствующем мировым тенденциям в этой сфере. Представитель Роскосмоса заявил, что поставлена задача добиться независимости России в сфере спутниковых данных. Он отметил, что российская космическая система ДЗЗ предназначена для обеспечения возможности преимущественного использования национальных данных в интересах решения задач мониторинга территории Российской Федерации. Не менее важной задачей является широкий доступ к спутниковым данным. Федеральное космическое агентство делает шаги по снятию ограничений на распространение спутниковых снимков высокого разрешения с гражданских аппаратов. Соответствующие доку-

менты уже находятся в стадии согласования.

Сейчас орбитальная группировка российских космических аппаратов ДЗЗ состоит из семи функционирующих спутников. **“Ресурс-ДК1”** (запущен 15 июня 2006 г.; Земля и Вселенная, 2007, № 1, с. 56) предназначен для панхроматической и мультиспектральной съемки поверхности Земли с разрешением около 1 м. Спутник оперативно получает высокоинформативные изображения с целью рационального природопользования и хозяйственной деятельности, топографического и тематического картографирования, составления кадастров природных ресурсов, контроля чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, поставки снимков российским и зарубежным пользователям, в том числе на коммерческой основе, а также для выполнения научных исследований. **“Электро-Л” № 1** (GOMS-2; запущен 20 января 2011 г.; Земля и Вселенная, 2011, № 5, с. 105–106) проводит оперативную мультиспектральную съемку облачности, поверхности суши и Океана в пределах всего наблюдаемого диска Земли. **“Канопус-В”** (запущен 12 июля 2012 г.) входит в состав космического комплекса оперативного мониторинга техногенных и природных

чрезвычайных ситуаций и предназначен для обнаружения очагов лесных пожаров, крупных выбросов загрязняющих веществ в природную среду, стихийных явлений; оперативного контроля сельскохозяйственной деятельности, природных (в том числе водных и прибрежных) ресурсов и землепользования. **“БКА” (“БелКА-2”**, Россия – Беларусь; запущен 22 июля 2012 г.) выполняет съемку земной поверхности в панхроматическом режиме с разрешением 2-2,5 м и в многоканальном режиме (4 канала) с разрешением 10 м, проводит оперативный контроль возобновляемых и естественных природных ресурсов, землепользования и сельскохозяйственной деятельности, чрезвычайных ситуаций, ресурсов и экологии шельфа (для зарубежных заказчиков). **“Метеор-М” № 2** (запущен 8 июля 2014 г.) получает мультиспектральные изображения поверхности Земли (включая радиолокационные) и измеряет покидающее Землю излучение в различных диапазонах спектра; получает гелиофизическую информацию о процессах на Солнце и в околоземном пространстве; собирает и передает данные от автоматических измерительных платформ различных типов (наземных и дрейфующих), разме-

щаемых в любых (включая полярные) районах Земли. “Ресурс-П” №№ 1 и 2 (запущены 25 июня 2013 г. и 26 декабря 2014 г.; Земля и Вселенная, 2013, №6, с. 106–107) предназначены для обновления топографических карт, обеспечения хозяйственной деятельности МПР России, МЧС, Россельхоза, Росрыболовства, Росгидромета и других потребителей, а также получения информации в области контроля и охраны окружающей среды.

Новым решениям, опыту эксплуатации и перспективам развития КА “Ресурс-П” посвящен пленарный доклад генерального директора РКЦ “Прогресс” (Самара) **А.Н. Кирилина**. Космическая система из двух аппаратов существенно расширила возможности ДЗЗ. В будущем предполагается пополнение группировки: третий аппарат планируется запустить в 2015 г. Потребители информации ДЗЗ заинтересованы в получении данных гиперспектральной аппаратуры, поэтому в настоящее время специалисты РКЦ “Прогресс” ее создают. Как показал опыт эксплуатации КА “Ресурс-ДК” и “Ресурс-П”, съемка земной поверхности оптико-электронной аппаратурой затруднена при облачности или плохой погоде. С помощью радиолокатора можно

проводить всепогодную съемку.

С докладом «Состояние и перспективы развития космических систем ДЗЗ “Метеор 3М” и “Канопус”» выступил **Л.А. Макриденко** – генеральный директор Научно-производственной корпорации “Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы” им. А.Г. Иосифьяна, с докладом “Отечественные космические системы гидрометеорологического назначения” – заместитель директора Научно-исследовательского центра космической гидрометеорологии “Планета” **О.Е. Милёхин**. Докладчики подчеркнули, что в ближайшее время на орбите будет функционировать группировка российских метеоспутников, которая позволит удовлетворить текущие требования Росгидромета – одного из основных заказчиков спутниковой информации ДЗЗ.

Развитие региональных систем дистанционного мониторинга – тема доклада представителя Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета профессора **Ю.А. Маглинца**. Он рассмотрел проблемы построения и развития региональных систем дистанционного зондирования Земли из космоса и их роль в ре-

шении социально-экономических задач регионов. Подчеркнуто, что актуальность создания региональных систем ДЗЗ определяют задачи мониторинга и управления территориями на уровне отдельных хозяйствующих субъектов. В докладе рассматривалась система факторов, влияющих на построение и функционирование систем такого рода.

На втором пленарном заседании, 13 ноября 2014 г., заслушаны доклады, позволяющие получить систематизированное представление о возможностях метода спутниковой радиолокации и о его месте в схеме глобального мониторинга.

В докладе **Ю.И. Кантемирова**, ведущего специалиста по обработке радарных данных ДЗЗ компании геоинформационных технологий, космического мониторинга, архивной и оперативной спутниковой съемки “Совзона”, были рассмотрены теоретические основы радарной интерферометрии и примеры проектов по мониторингу смещений и деформаций с помощью радиолокационных методов. Показано, что по результатам многопроходных космических радарных съемок одной и той же территории, выполненных с одинаковыми параметрами и геометрией, можно оценивать смещения земной

поверхности или зданий и сооружений с сантиметровой (для земной поверхности) и даже с миллиметровой (для зданий и сооружений) точностью.

Особый интерес у слушателей вызвал доклад профессора **Л.М. Митника** (Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН), обобщающий возможности применения спутниковой радиолокационной съемки для исследования Океана, морских льдов и явлений в атмосфере. Подчеркнуты дополнительные возможности изучения явлений в Океане и атмосфере по изображениям радиолокаторов с синтезированной апертурой (РСА) на нескольких частотах и поляризациях, при комплексировании изображений РСА, полученных в микроволновом радиометрическом, скаттерометрическом, видимом и инфракрасном диапазонах, что особенно актуально в связи с запуском в 2014 г. спутников "Sentinel-1" (ESA), "ALOS-2" (Япония), оборудованных радиолокаторами с синтезированной апертурой и других зарубежных спутников с микроволновыми радиометрами на борту.

Доклад профессора **В.Н. Кудрявцева** (Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург) познакомил слу-

шателей с новыми подходами к исследованию морской среды на основе четырех поляризационных РСА-измерений.

Практически все аспекты современных проблем ДЗЗ были затронуты в докладах и обсуждениях в рамках секционных заседаний. Проанализированы различные направления использования спутниковых технологий, наиболее важными в ближайшие годы считаются:

- задачи, связанные с изучением глобальных изменений;
- исследования загрязнений окружающей среды;
- мониторинг и изучение состояния Арктики;
- мониторинг возобновляемых биоресурсов;
- обнаружение, контроль и оценка последствий опасных природных явлений.

Помимо обсуждения научных проблем участники Конференции коснулись вопросов отсутствия законодательной базы в данной отрасли, а также упомянули о прочих пробелах в современном ДЗЗ. Остановимся кратко на проблемах, которые затрагивались на тематических секциях.

Доклады на секции "Дистанционные методы исследования климатических и атмосферных процессов" были сгруппированы по четырем подсекциям: "Дистан-

ционные исследования климатических процессов" (отдельным блоком выделялись доклады, посвященные исследованию полярного климата), "Аэрозольный и газовый состав атмосферы", "Дистанционные исследования облаков и водяного пара в атмосфере" (методики определения облаков, концентраций водяного пара и осадков в атмосфере), "Дистанционные методы исследования атмосферных процессов" (формирование и прогноз тайфунов, полярных мезоциклонов, смерчей, пылевых вихрей, атмосферных блокингов и других атмосферных явлений).

В докладах, представленных на секции "Дистанционные исследования Океана и ледяных покровов", разносторонне отражена проблематика российских экспериментов по следующим вопросам:

- дистанционные исследования ледяного покрова;
- спутниковая альтиметрия Мирового океана;
- исследования гидрооптических свойств морской среды и формирующих их физических процессов;
- радиофизические и гидрофизические основы методов дистанционного зондирования морской поверхности;
- дистанционные исследования волновых и

вихревых процессов в Океане.

На секции “Методы дистанционного зондирования растительных и почвенных покровов” рассматривались методы дистанционного зондирования лесов, сельскохозяйственных земель, наземных экосистем.

Работа секции “Спутниковые исследования ионосферы” проводилась по двум основным научным направлениям:

- мониторинг и анализ возмущенной ионосферы в зависимости от широты, геомагнитной активности, антропогенного воздействия;

- моделирование ионосферы и методы ее мониторинга. Связь ионосферных и метеорологических параметров.

В качестве наиболее актуальных проблем, рассмотренных в представленных докладах, можно указать следующие:

- выявление ионосферных индикаторов и предвестников кризисных событий, происходящих как в тропосфере, например тропические ураганы, землетрясения, так и в ионосфере;

- создание физико-математических моделей возникновения индикаторов и предвестников;

- современные методики обработки данных измерений и корректной трактовки результатов;

- развитие имеющегося аппаратного комплекса для регистрации

возмущений с высокими временным и пространственным разрешением;

- компьютерное моделирование динамики ионосферы при воздействии сверху и снизу.

На секции “Спутниковые методы в геологии и геофизике” были затронуты перспективные дистанционные методы ДЗЗ:

- региональные геологические исследования и поиск полезных ископаемых;

- геоэкологические работы;

- геоморфологические исследования;

- изучение аномальных природных явлений.

Проведена дискуссия по вопросам достоинств и недостатков спутникового мониторинга вулканической активности с помощью автоматических систем ДЗЗ и съемки с МКС. Выступающие отметили, что в 2014 г. существенно увеличилось количество докладов, посвященное изучению вулканической активности, например привлекли внимание сообщения ученых Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН (Петропавловск-Камчатский).

Традиционно наибольшее количество докладов было представлено на секции “Методы и алгоритмы обработки спутниковых данных”. Непрерывно растущий объем информации, получаемый различными сенсорами, установленными

на специализированных спутниках, и переход от качественного описания явлений к восстановлению их количественных характеристик требуют создания современных методов исследований:

- радиолокационные, СВЧ-радиометрические, спектральные и гиперспектральные наблюдения;

- геометрические и атмосферные коррекции;
- системные подходы.

На секции “Вопросы создания и использования приборов и систем спутникового мониторинга состояния окружающей среды” обсуждались темы:

- разработка атмосферных, видео- и гиперспектрометров;

- методические вопросы организации спутниковых съемок;

- навигационное обеспечение ДЗЗ;

- методы калибровки и коррекции спутниковых данных;

- средства передачи и приема космической информации.

На секции “Дистанционное зондирование планет Солнечной системы” представлены результаты нескольких научных экспериментов. В связи с большим количеством готовящихся миссий к Луне, Марсу, Фобосу проанализирована возможность применения СВЧ-радиометрии для исследования подповерхностного льда на спутниках планет,

для изучения лунного реголита. Представлено численное моделирование общей циркуляции атмосферы Титана для межсезонного перехода от момента равноденствия до середины лета в Северном полушарии, а также различных свечений в атмосферах Земли и планет. Рассмотрены методы и результаты анализа радиозатменных экспериментов на спутниках. На секции сделан морфологический анализ возмущений в ионосфере Венеры по данным радиозатмений АМС “Венера-15 и -16” и обнаружены возмущения электронной концентрации вблизи максимума ионизации дневной ионосферы. В связи с 25-летним юбилеем программы полета АМС “Фобос-2” приведены научные результаты тепловой съемки Марса сканирующим радиометром “Термоскан”.

Российские ученые принимают активное участие в подготовке экспериментов по межпланетным программам и в анализе данных текущих экспериментов на АМС “Венера Экспресс” и “Марс Экспресс”.

Следует отметить, что проведение ежегодных конференций “Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса” преследует не только цель обмена научным и практическим опытом ученых в данной сфере, но и при-

влечение молодых специалистов. С этой целью с 2005 г. традиционно проводится Всероссийская научная школа-конференция по фундаментальным проблемам дистанционного зондирования Земли из космоса. При организации школы сразу ставилась задача не создавать отдельное мероприятие для молодых ученых, а организовать их активное участие в ведущем российском научном форуме. Перед организаторами школы-конференции стояли три основные задачи:

- предоставление молодым специалистам интегрированной информации об актуальных проблемах данного научного направления;

- стимулирование молодых специалистов активно участвовать в работе по исследованию Земли из космоса;

- повышение уровня результатов исследований, проводимых молодыми специалистами.

Для решения этих задач были выбраны следующие основные подходы в организации школы:

- чтение обзорных лекций ведущими российскими и зарубежными учеными по актуальным проблемам дистанционного зондирования Земли, современным методам обработки спутниковых данных, использованию технологий спутникового мониторинга Земли для решения

фундаментальных и прикладных задач;

- проведение конкурсов докладов молодых ученых.

В 2014 г. состоялась 10-я юбилейная школа-конференция молодых ученых. В честь юбилея право прочитать лекции было предоставлено победителям конкурсов докладов молодых ученых прошлых лет. На школе-конференции прошел конкурс докладов, состоявшийся из двух этапов. Во время заключительного заседания руководитель школы-конференции профессор **С.А. Барталёв** (ИКИ РАН) сделал доклад “Всероссийская научная школа-конференция по фундаментальным проблемам дистанционного зондирования Земли из космоса. Первые десять лет”.

Впервые за время проведения школ-конференций для всех желающих были организованы мастер-классы С.В. Станичного “Многоспектральные методы для изучения Океана; архивы и инструменты для анализа спутниковых данных” (Морской гидрофизический институт, Севастополь) и В.А. Толпина, И.В. Балашова, М.А. Бурцева “Возможности работы со спутниковым сервисом Vega-Science” (ИКИ РАН). Мастер-классы вызвали огромный интерес не только у молодых, но и у маститых ученых, поэтому организаторы пред-

полагают продолжить подобную форму обучения. Всего в конкурсе устных и стендовых докладов приняло участие более 50 молодых ученых. По результатам конкурса присуждено четыре первых, три вторых и три третьих премии. Победителям конкурса и докладчикам пленарных докладов было предложено представить свои статьи к публикации в журнале “Современные

проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса”.

Подводя итоги, хочется отметить высокий уровень докладов молодых ученых, что свидетельствует о хороших перспективах научных и прикладных исследований в области дистанционного зондирования Земли из космоса.

Очередную, XIII Всероссийскую открытую Конференцию “Совре-

менные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса” и XI школу-конференцию запланировано провести 16–20 ноября 2015 г. в ИКИ РАН.

О.Ю. ЛАВРОВА,
кандидат физико-математических наук
М.И. МИТЯГИНА,
кандидат физико-математических наук
Е.А. ЛУПЯН,
доктор технических наук
ИКИ РАН

V Бредихинские чтения

М.Е. САЧКОВ,
доктор физико-математических наук
ИНАСАН

14 мая 2014 г. исполнилось 110 лет со дня смерти русского ученого-астронома **Федора Александровича Бредихина** (1831–1904; Земля и Вселенная, 1982, № 1). В канун этой даты в городе Заволжске Ивановской области прошла Международная конференция “V Бредихинские чтения”.

Серия конференций под названием “Бредихинские чтения”, посвященных новейшим достижениям в теории комет и динамике малых тел Солнечной системы, была организована Российской академией наук в 1983 г. Первоначально планировалось, что конференция будет проходить раз в три года и проводиться в местах, связанных с жизнью и деятельностью Ф.А. Бредихина. Первые чтения прошли в 1983 г. в Заволжске Ивановской области, где ученый похоронен, вторые – в 1986 г. в Николаеве (Украина), где он родился,



и третьи – в 1989 г. в Пулковской обсерватории, в 1890–1895 гг. Федор Александрович – ее директор, четвертые – в 1992 г. в Заволжске Ивановской области. С тех пор из-за сложной экономической ситуации и развала Советского Союза эти конференции не проводились. Спустя 22 года администрация города Заволжска, Заволжский городской художественно-краеведческий музей, институт астрономии Российской академии наук выступили с инициативой

возрождения Бредихинских чтений.

Ф.А. Бредихин – профессор Московского университета, академик Санкт-Петербургской академии наук, руководитель Московской и Пулковской обсерваторий России, почетный член многих астрономических обществ в Западной Европе. Основатель школы русской кометной и метеорной астрономии, исследователь планет, Солнца, звезд, малых небесных тел. Федор Александрович снискал себе почет и уважение у всех, кто знаком с его многочисленными трудами. Ф.А. Бредихин – один из основоположников астрофизики, он направил свои усилия на широкое внедрение в практику работы русских обсерваторий астрофизических методов исследования. С него начинается оживление и расцвет астрономической науки в России. Под опекой Ф.А. Бредихина выросла плеяда уче-



На торжественном открытии конференции выступает доктор физико-математических наук М.Е. Сачков.

ных, продолживших исследования и открытия в области астрономии. Открытия, сделанные Федором Александровичем, признаны во всем мире.

Ф.А. Бредихин неразрывно связан с Заволжской землей, где находится усадьба “Погост”, принадлежавшая его жене Анне Дмитриевне Бологовской. Усадьба оставалась излюбленным местом отдыха и работы ученого, здесь у него рождались наиболее блестящие идеи. Память о нем увековечена в названиях площади, улицы и переулка в Заволжске. На территории этого

города находится семейная усыпальница – склеп Бредихиных. Сегодня склеп-часовня Ф.А. Бредихина признан памятником федерального значения.

V Бредихинские чтения проходили с 12 по 16 мая 2014 г. Научная и культурная программы были очень насыщенными. Председатель научного комитета конференции – М.Е. Сачков (ИНАСАН). Работа конференции проводилась по трем секциям: “Кометы”, “Метеороиды, метеоры, метеориты”, “История кометной астрономии”.

На секции “Кометы” обсуждались следующие основные вопросы:

– физические свойства комет на основе наблюдений и лабораторных экспериментов;

– исследования, выполненные АМС “Розетта”;

– происхождение и миграция комет в Солнечной системе;

– связь комет с другими телами Солнечной системы (транснептуновые объекты, кентавры, дамоклоиды, кометные астероиды в околоземном пространстве, кометные объекты в поясе астероидов);

– околосолнечные кометы, результаты наблюдений прохождения кометы ISON вблизи Солнца.

Приглашенный доклад “Динамическая эволюция комет из внешней части Солнечной системы в околоземное пространство” доктор физико-математических наук **В.В. Емельяненко** (ИНАСАН) посвятил вопросам происхождения и миграции комет в Солнечной системе. Автор представил оценки вклада различных источников в популяцию околоземных комет и показал, что поток почти параболических комет опре-

деляется объектами из облака Оорта. В этой области находятся кометы семейства Юпитера, наряду с транснептуновыми телами, которые достигают короткопериодических орбит, постепенно переходя из внешней части Солнечной системы в околоземное пространство. Динамическая эволюция включает этап их пребывания на орбите кентавров. Похожий механизм действует и для захвата комет галлеевого типа, в дополнение к процессу диффузии больших полуосей при малых расстояниях в перигелии.

Доктор физико-математических наук **Ю.А. Чернетенко** (ИГА РАН) в докладе “Кометы Главного пояса и астероиды с признаками кометной активности” описала необычные тела, проявляющие признаки и комет, и астероидов. Кроме обнаружения ряда таких тел по наблюдаемым признакам кометной активности, в последнее время получены данные о наличии некоторого количества льдов на поверхности отдельных астероидов Главного пояса. К числу фактов, требующих объяснения, относятся также обнаруженная у некоторых



астероидов относительно низкая плотность вещества и высокая пористость. Это может быть следствием как ошибок в определении их характеристик, так и особенностей внутреннего строения.

В докладе “Астрохимия кометных атмосфер” доктор физико-математических наук **В.И. Шематович** (ИНАСАН) обсуждал взаимосвязь между химией межзвездной среды и химическими процессами на ледяных поверхностях ядер и в

комах комет. Рассмотрены современные модели фотохимии, вызванной воздействием солнечного излучения и плазмы солнечного ветра на кому комет. Исследование жизненного цикла молекулярного вещества во Вселенной – фундаментальная проблема современной астрофизики. Стремление понять происхождение жизни на Земле и оценить возможность жизни в других планетных системах в существенной степени связано с вопросом

об источнике предбиотических и протобиотических молекул. Установлено, что внеземное органическое вещество до сих пор попадает на Землю в виде метеоритов и частиц межпланетной пыли. Исследования молекулярного вещества во Вселенной позволяет проследить пути химических элементов во всей Галактике, от звезд до планет и комет

Участники Международной конференции "V Бредихинские чтения" около Заволжского городского историко-краеведческого музея, где проходили чтения.

в нашей Солнечной системе. Автоматические межпланетные станции и наземные средства наблюдений активно исследуют ледяные кометы – тела относительно небольшого размера, образовавшиеся на ранних стадиях эволюции Солнечной системы. Они часто рассматриваются как носители важной информации о первичном веществе во время ее образования. Кометы можно ассоциировать с планетезималиями, выброшенными из области образования планет-гигантов на периферию – в пояс Эджеворта – Койпера и облако Оорта.

В докладе "Внеатмосферные исследования комет в ультрафиолетовой области спектра" доктор физико-математических наук **М.Е. Сачков** отметил, что ультрафиолетовый участок спектра (115–300 нм) из-за поглощения земной атмосферой недоступен для наблюдения с помощью наземных телескопов. В то же время в нем находятся важнейшие резонансные линии атомов и молекул, что дает уникальные возможности для исследования комет. Существенное место в программах работы космических обсерваторий "Астрон" и КТХ занимали и занима-





Директор Заволжского городского историко-краеведческого музея С.В. Касаткина с праправнучкой сестры Ф.А. Бредихина Л.Г. Шаровой и ее супругом.

ют спектральные ультрафиолетовые исследования комет. Вследствие значимого движения комет относительно звезд требуется особый подход в подготовке сеансов их наблюдений с помощью космических обсерваторий. В докладе обсуждались также перспективы исследований комет по программе космической обсерватории “Всемирная космическая обсерватория – ультрафиолет” (“Спектр-УФ”) – важнейшего проекта Федеральной космической программы России (Земля и Вселенная).

Вторая секция – “Метеороиды, метеоры, метеориты” – была посвящена результатам исследований по таким направлениям:

– происхождение метеорных потоков и выявление родительских тел метеорных потоков;

– динамика метеороидных роев, физические

свойства метеороидов и метеоритов;

– взаимодействие небесных тел с атмосферами планет;

– межпланетная пыль;

– методы наблюдений метеорных событий и метеорные (болидные) сети, метеорные базы данных;

– метеорные явления на других планетах.

Приглашенный доклад “Результаты фотографических наблюдений болидной сети в Таджикистане” профессора **Г.И. Кохировой** (Институт астрофизики АН Таджикистана) посвящен работе болидной сети, созданной в Таджикистане, чтобы получить новые данные о метеороидной обстановке в околоземном пространстве. С ее помощью регистрируются крупные тела, вторгающиеся в земную атмосферу и порождающие болиды, и получают новые наблюдательные

данные об активности метеорных и болидных потоков. Сеть состоит из пяти станций, снабженных фотографическими болидными и цифровыми камерами всего неба. В результате обработки снимков 190 болидов, сфотографированных болидной сетью в 2006–2013 гг., определены их атмосферные траектории, координаты радиантов, скорость, торможение, параметры гелиоцентрических орбит, кривые блеска. Стали известны фотометрические массы, плотности и природа происхождения метеороидов, породивших болиды, что позволило отождествить их с болидными или метеорными потоками. Примерно 62% метеороидов, образующих болиды, имеют кометное происхождение, остальные 38% – астероидное. Большая часть сфотографированных болидов принадлежит метеорным или болидным потокам, меньшая (почти 30%) – спорадическому фону. Полученные результаты, которые заметно пополнят мировой банк новыми данными о болидах,



Заместитель главы администрации Заволжского городского поселения С.А. Баклашин, доктор физико-математических наук М.Е. Сачков, организатор проведения Бредихинских чтений С.В. Обидиентов, инициатор проведения “V Бредихинских чтений”, глава администрации В.А. Касаткин, участники конференции С.В. Касаткина, Н.А. Авдина, Т.Н. Шишкарева, С.И. Ибадов и С.А. Нароенков.

необходимы для решения современных проблем астрономии, связанных с исследованием метеороидной обстановки в околоземном космическом пространстве, для выявления генетических связей между малыми телами Солнечной системы.

Научный сотрудник **А.П. Карташова** (ИНАСАН) рассказала о метеорной телевизионной сети и телевизионных наблюдениях. Метеороидные частицы – очень малы (обычно менее 1 см), поэтому их наблюдение в космосе астрономическими инст-

рументами практически невозможно, единственный способ их регистрации – наблюдение метеорных явлений. При изучении метеоров применяются прямые или косвенные методы – визуальные, фотографические, радиолокационные и телевизионные наблюдения, сбор и счет пылинок в верхней части атмосферы с помощью ловушек и счетчиков, устанавливаемых на геофизических ракетах. Разные методы наблюдений дают разные данные о метеороидах и их взаимодействии с атмосфе-

рой. В настоящее время широко применяется телевизионный метод регистрации метеоров. Наблюдения проводят профессиональные астрономы и любители астрономии. В результате накапливается огромный массив информации, который помог открыть несколько десятков метеорных потоков.

В рамках работы секции “История кометной астрономии” участники конференции познакомились с новой экспозицией Заволжского музея, посвященной Ф.А. Бредихину, присутствова-

ли на презентации книги “Фёдор Александрович Бредихин”. **С.В. Касаткина** (Заволжский музей) прочитала доклад о его жизни в усадьбе “Погост”. Кандидат физико-математических наук **А.И. Еремеева** (ГАИШ МГУ) рассказала о предшественнице кометы Галлея. Одним из важнейших открытий за всю историю астрономии стало обнаружение и обоснование Э. Галлеем (1705) периодичности (движения по эллипсу) кометы 1682 г., названной его именем. Однако менее известно, что впервые вывод о периодичности комет Э. Галлей сделал еще раньше – по отношению к Большой комете 1680 г. Этот факт был отражен в “Началах” И. Ньютона и сыграл существенную роль в формировании представлений о физической природе комет (И. Ньютон, Ф.У. Эпинус).

В заключительном докладе на итоговом заседании конференции председатель оргкомитета, заместитель директора ИНАСАН доктор физико-математических наук **М.Е. Сачков** отметил, что конференция 2014 г. прошла на высоком научном уровне и получила статус международной. В ней участвовали три академика, 20 докторов наук, 18 кандидатов наук. На конференции прозвучал 51 доклад. Возраст докладчиков



Профессор Г.И. Кохилова (Институт астрофизики АН Таджикистана) выступает с докладом о работе болидной сети.

варьировался от 20 до 85 лет. В конференции приняли участие 47 ученых из Азербайджана, Таджикистана, Финляндии и городов России – Москвы, Санкт-Петербурга, Обнинска, Самары, Рязани, Ярославля, Нижнего Новгорода, Казани, Заволжска. Доклады опубликованы в отдельном сборнике. Специальным гостем была Л.Г. Шарова, праправнучка сестры Ф.А. Бредихина с супругом.

По итогам конференции принята резолюция, полностью поддерживающая предложения главы администрации города Заволжска В.А. Касаткина. Он высказал идею создать в Заволжске культурный центр и музей комет, тем более что в городе для этого есть

исторические и культурные условия. Центр должен включать в себя гостиницу, ресторан, обсерваторию, планетарий, конференц-зал, экспозиционный зал с соответствующей инфраструктурой и оборудованием для проведения симпозиумов, конференций, научных встреч. Астрономический центр заинтересует меценатов, которые будут способствовать развитию города, района и региона в целом, привлечет значительное число туристов, ученых, любителей астрономии. В этом центре будут проводить международные конференции и симпозиумы, что, в свою очередь, даст значительную финансовую поддержку городу. И, конечно, астрономическое сообщество получит надежду на восстановление разрушенной усадьбы “Погост”. В дальнейшем в усадьбе, включенной в культурный комплекс, можно разместить экспозицию Заволжского музея, посвященную жизни и деятельности великого астронома Ф.А. Бредихина, и музей комет.

Значимым событием конференции было представление книги историка астрономии А.И. Еремеевой “История метеоритики”. Накануне конференции старший научный сотрудник Краснопресненской лаборатории сектора истории университетской об-

Известный историк астрономии А.И. Еремеева подписывает свою книгу "История метеоритики".

серватории ГАИШ МГУ, кандидат физико-математических наук Алина Иосифовна Еремеева отметила двойной юбилей – 85 лет со дня рождения и 60 лет научной деятельности.

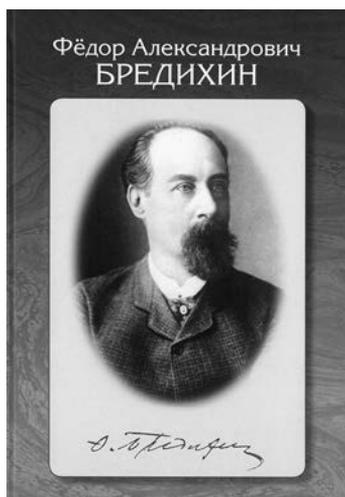
По предложению участников конференции, Администрация города выступила с инициативой присвоить имя Ф.А. Бредихина Заволжскому лицезу. Бредихинские чтения решили проводить в Заволжске один раз в три года, следующая конференция состоится в 2017 г.



НОВЫЕ КНИГИ

Астроном Бредихин

Издательство "Планета" выпустило книгу "Фёдор Александрович Бредихин" (М.: ПЛАНЕТА, 2013). Авторы-составители – С.В. Касаткина и М.Е. Сачков. Выход книги приурочен к 110-летию со дня смерти знаменитого русского астронома и к проведению международной астрономической конференции "V Бредихинские чтения". С.В. Касаткина – директор музея Ф.А. Бредихина в г. Заволжске Ивановской области. М.Е. Сачков – доктор физико-математических наук, заместитель директора Института астрономии РАН.



Книга посвящена основателю школы русской кометной и метеорной астрономии, одному из основоположников русской астрофизики академику Ф.А. Бредихину (1831–1904; Земля и Вселен-

ная, 1982, № 1). Это не просто биография великого ученого, а своего рода введение в кометную и метеорную астрономию.

Книга состоит из трех разделов. В первом представлены три статьи Ф.А. Бредихина, выбранные из множества его трудов. Статья "Кометы и их движение", вошедшая в цикл публичных лекций по астрономии, отражает состояние кометной астрономии в начале 1870-х гг. Вторая статья, "Падающие звезды", посвящена метеорным исследованиям Ф.А. Бредихина. Статья "Процесс Галилея по новым документам" была написана в связи с опубликованием в 1867 г. ранее неизвестных материалов секретного архива инквизиции. Автор дока-

зывает, что Г. Галилей был осужден на основании поддельных документов.

Второй раздел книги включает воспоминания о Ф.А. Бредихине его учеников, родственников и современников (С.К. Костинского, П.К. Штернберга, К.Д. Покровского, С.В. Орлова, А.А. Белопольско-

го, князя Б.А. Щетинина и Н.А. Зарудной).

В третьем разделе книги дается представление о развитии идей Бредихина на современном этапе, а также о последних исследованиях краеведов.

Книга будет интересна специалистам, любителям астрономии и людям, не-

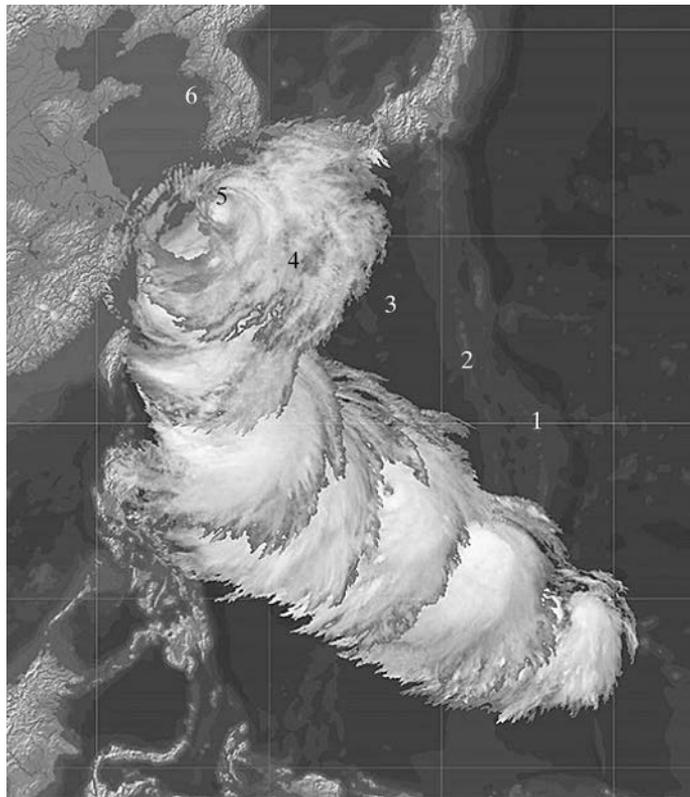
равнодушным к истории нашей страны. Издание книги осуществлено при финансовой поддержке администрации города Заволжска Ивановской области, где находятся музей Ф.А. Бредихина и могила ученого. В книгу включены редкие и ранее не публиковавшиеся фотографии.

Информация

Тайфун Неогури

4–11 июля 2014 г. на северо-западе Тихого океана бушевал мощный тропический циклон Неогури (енотовидная собака), или Флорита.

30 июня над Тихим океаном, недалеко от Гуама, образовалась область низкого давления, возникло тропическое возмущение, которое вечером 2 июля оформилось в тропическую депрессию. На следующий день вечером Неогури достиг уровня шторма, 4 июля превратился в тайфун. 6 июля диаметр глаза тайфуна достиг 65 км, давление в центре упало до 930 гПа. Вскоре Неогури был классифицирован как супер тайфун (скорость ветра – 170 км/ч). 7 июля он стал перемещаться на северо-запад и обрушился на Окинаву сильными дождями и ураганным ветром, возникли оползни, высота волн достигала 12–14 м. Затем тайфун сместился в акваторию Восточно-Китайского моря и повернул на север, затем – на северо-восток. Неогури вышел на остров Кюсю, прошел немного южнее Сикоку и ослабел до



Тропический циклон Неогури на всех стадиях развития. Монтаж из космических снимков, полученных 3–9 июля 2014 г. По данным НИЦ “Планета”.

стадии тропической депрессии. 11–12 июля на Курильских островах отмечался штормовой ветер, прошли очень сильные дожди.

На Окинаве было эвакуировано полмиллиона жителей, погибли пять человек и 45 получили ранения. В

префектурах Окинава, Нагано и Кагосима превратились в развалины 19 зданий, в других префектурах частично разрушено восемь зданий.

Пресс-релиз НИЦ “Планета”, 11 июля 2014 г.

Оптически кратные звезды в ранней астрономии

А.В. КУЗЬМИН,
кандидат физико-математических наук
Институт истории естествознания и техники
им. С.И. Вавилова РАН

В статье «Загадка “Уранометрии” И. Байера» (Земля и Вселенная, 2007, № 4) автор представил историческое свидетельство использования оптических инструментов при наблюдениях звезд, на основе которых впоследствии создавались карты атласа “Уранометрия”. В частности, был дан перечень некоторых объектов и выявлен их общий признак – визуальная, или оптическая, кратность. Почему же были выделены именно эти объекты?

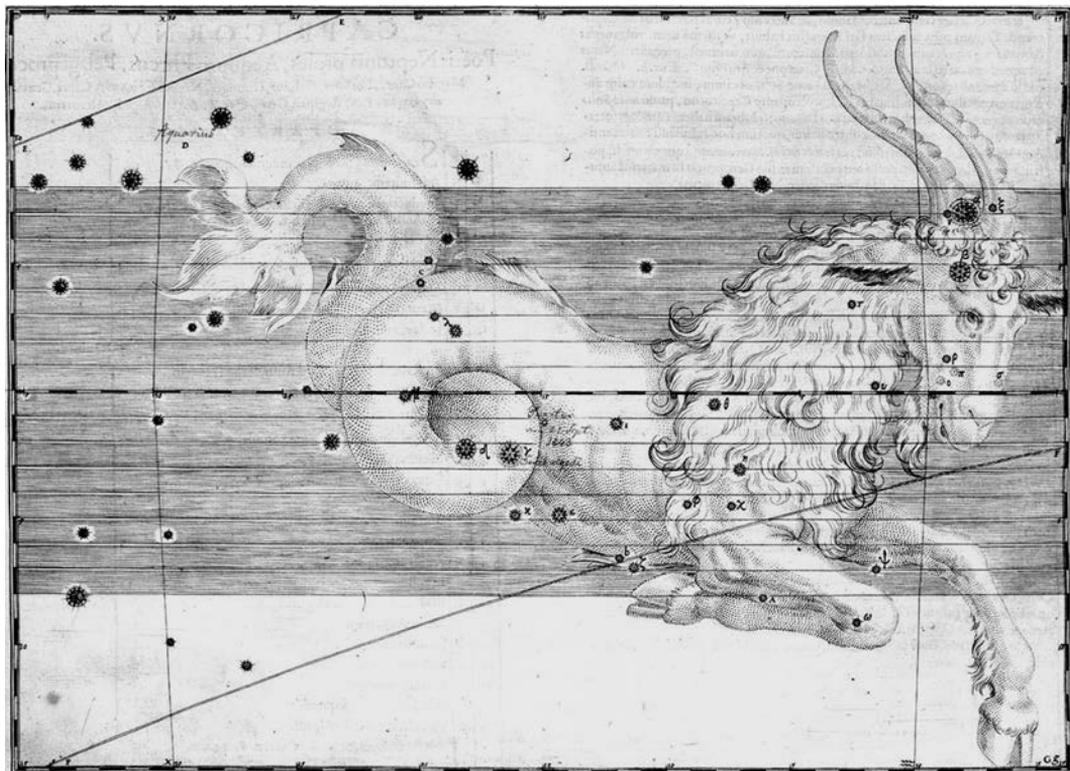
Наиболее интересные кратные объекты на звездных картах Атласа (И. Байера – ν Стрельца, ε Рака, π Козерога, ρ Козерога и σ Козерога. Они расположены вблизи эклиптики и поэтому идеально подходят для реализации известного геометрического способа доказательства годового движения Земли вокруг Солнца – метод измерения параллакс звезд Г. Галилея. Рассматриваемые звезды могли иметь непосредственное отношение к наиболее важному для астрономов рубежа XVI–XVII вв. выбору между гео- и гелиоцентрической моделями мира.

“БЛИЗКИЕ” ЗВЕЗДЫ

Оптические пары, в более широком смысле – кратные звезды (скопления), были отмечены вниманием на протяжении практически всей письменной истории, всегда вызывали интерес наблюдателей, в том числе практический. Например, Алькор и Мицар – визуально двойная система, идеально подходящая для тестирования остроты зрения. Если человек видит Алькор, значит у него хорошее зрение. Плеяды, в которых различаются шесть звезд, а седьмая находится на пределе восприятия, описаны у Гомера как один из основных навигационных указателей.

Руль обращая, он бодрствовал;
сон на его не спускался
Очи, и их не сводил он с Плеяд,
с нисходящего поздно
В море Воота, с Медведицы,
в людях еще Колесницы
Имя носящей и близ Ориона
свершающей вечно
Круг свой, себя никогда не купая
в водах океана.

*“Одиссея”, песнь пятая,
перевод В.А. Жуковского*



Карта созвездия Козерога из Атласа звездного неба "Уранометрия" И. Байера. 1603 г.

В начале XVII в. не различали оптически кратные и физически кратные звезды. Понятие двойной и кратной звезды, компоненты которых связаны тяготением, появилось лишь в 1802 г. у В. Гершеля. Двойная (кратная) звезда в современной астрономии – система. Различают непосредственно наблюдаемые визуально-двойные, спектрально-двойные (по периодическим изменениям спектров), затменно-двойные (по периодическим изменениям яркостей), астрометрически двойные (по периодическим возмущениям собственных движений). В начале своих наблюдений все близкие звезды В. Гершель считал оптически парами, случайно расположенными на луче зрения. И только точность его наблюдений позволила сделать важное открытие. Эта маленькая революция в осознании звездного разнообразия началась в 1781 г. и завершилась в 1802 г. Ранее предполагалось, что бо-

лее слабая звезда в паре находится на более далеком расстоянии, чем более яркая.

МЕТОД ГАЛИЛЕЯ

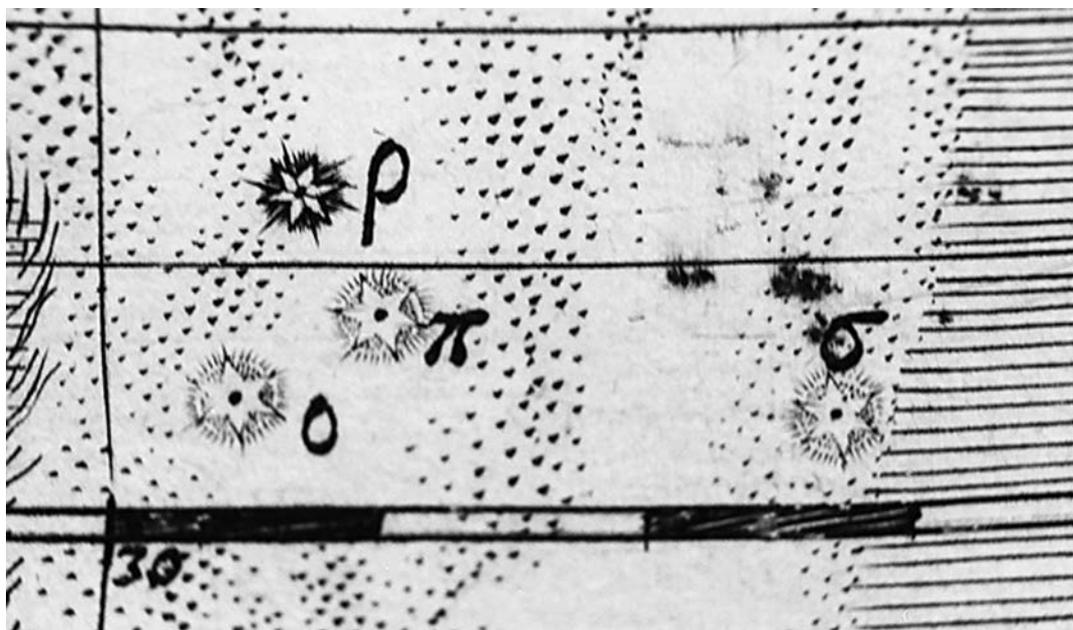
Для доказательства годового движения Земли вокруг Солнца достаточно определить параллакс звезды, близкой к экватору. Эту задачу можно решать двумя путями: измеряя небесные координаты звезды в течение года (способ малоэффективен) или сравнивая годовые изменения координат двух близко расположенных звезд, имеющих разные расстояния до Земли. Нельзя утверждать, что второй метод разработали в XVI в., но он Г. Галилею был известен. Однако Г. Галилей, как

и Тихо Браге, не могли его реализовать ввиду невозможности измерения расстояния до звезд. Г. Галилей описывает второй метод определения параллакса звезды в Дне третьем “Диалога о двух главнейших системах мира” (1632): “Сальвиати: ...не исключена возможность того, что с течением времени среди неподвижных звезд будет найдено что-либо, из наблюдения над чем можно будет сделать заключение о годовом обращении, так что звезды не меньше планет и самого Солнца захотят явиться перед судом, свидетельствуя о таком движении в пользу Земли. Я не думаю, чтобы звезды были рассеяны по сферической поверхности и равно удалены от центра, и считаю, что их расстояния от нас различны, что одни звезды могут быть в два и три раза больше удалены, чем некоторые другие, так что, если бы нашлась посредством телескопа какая-нибудь

очень маленькая звезда совсем близко от одной из более крупных и если бы первая притом была очень высока, то может случиться, что в их расположении и произойдет какое-нибудь ощутимое изменение, соответственно тому, что происходит с верхними планетами. Вот что нужно было пока сказать, в частности, о звездах, находящихся на эклиптике”. (Отметим, что теория зрительной трубы была уже достаточно разработана И. Кеплером и изложена в его “Диоптрике”, изданной в 1611 г.) Если такая звезда находится на эклиптике, то она, подобно верхней планете, опишет маленькую петлю, а слабая звезда должна остаться неподвижной.

Автор может достоверно утверждать лишь то, что Тихо Браге пытался измерять звездные параллаксы. Его выводы фигурируют в полемике Галилея и Сарси на страницах книги Г. Галилея “Пробирных дел мастера” (1623): «Дабы Вы, Ваша милость, могли убедиться в том, что я говорю это не без оснований, рассмотрим доказательство, которое начинается на странице 123 трактата Тихо о комете 1577 г., приведенного в заключительной части

Фрагмент карты созвездия Козерога из Атласа звездного неба “Уранометрия” И. Байера. 1603 г. Хорошо различимы выделенные звезды π , σ и ρ .



его «Приготовления». В нем он [Тихо Браге] стремится доказать, что комета прошла не ниже Луны, сравнивая свои наблюдения с наблюдениями Тадеуша Хаека в Праге... Далее он [Тихо] пишет, что одна и та же неподвижная звезда видна из двух мест А и В, в одном и том же месте на восьмой сфере, поскольку вся Земля, не говоря уже о ее малой части АВ, – величина неощутимо малая по сравнению с огромными размерами звездной сферы».

Используя оптическую пару, можно кроме параллакса звезды обнаружить разницу параллаксов двух небесных объектов и кроме доказательства вращения Земли получить оценку толщины звездной сферы. В начале XVII в. предполагали, что «звездная оболочка» обладает определенной толщиной. Г. Галилей, как и Н. Коперник, стремился, по сути, доказать правоту идеи Джордано Бруно о бесконечности Вселенной, поэтому в этом случае никакой сферы звезд не может быть. Астрономы впоследствии пришли к выводу, что сферы неподвижных звезд действительно не существует.

Если взять пару звезд, кратность которых невозможно определить без использования простейших оптических приборов, изменение их взаимного положения в течение года будет более наглядным. Астрономические наблюдения не подтвердили такую возможность, что и стало причиной забвения этого метода. Тихо Браге считал созерцание неба сакральным действием, а результаты наблюдений, их обобщенное толкование становилось частью его труда, написание которого для ученого было равнозначно созданию Библии – Библии Природы, куда он включал только выверенные (канонические) положения, не подвергавшиеся сомнению в первую очередь им самим. Этим вполне можно объяснить отсутствие данных о предполагаемых нами попытках использовать, к примеру, оптические визиры в трудах, где Тихо Браге в величайших подробностях описыва-



Тихо Браге. Художник Т. Гимперлин. 1585 г.

ет приборы Обсерватории Ураниборга. Вероятно, он умышленно упоминал те звезды, с помощью которых пытался вычислить параллаксы, чтобы обратить на эти объекты особое внимание будущих исследователей.

Авторы книги «Николай Коперник» (1974) И.Н. Веселовский и Ю.А. Белый утверждают, что Тихо Браге благодаря лучшим инструментам, методике, систематичности, качеству обработки накопил ценнейшие данные, необходимые в развитии астрономии, «однако использовать накопленные им богатства Браге не смог, так как не смог подняться до восприятия коперниканской гелиоцентрической системы». Тихо Браге исходил из предположения о существовании сферы неподвижных звезд, диаметр которой сопоставим с расстоянием от Земли до Солнца. Он справедливо считал, что вращение Земли вокруг Солнца должно было бы стать причиной заметного изменения положения неподвижных звезд. Астрономам того времени никаких измене-

ний в годовом положении неподвижных звезд заметить не удалось. В 1589 г. Тихо Браге писал Христиану Ротману, придворному астроному ландграфа Вильгельма IV Гессен-Кассельского: *“... если принять систему Коперника, то... годовое движение Земли должно было бы отодвинуть сферу неподвижных звезд в такую даль, что путь Земли вокруг Солнца стал бы исчезающе мал по сравнению с этим расстоянием. Считаешь ли ты возможным, чтобы расстояние между Солнцем, этим предполагаемым центром мира, и Сатурном не составило бы даже 1/700 расстояния от сферы неподвижных звезд? К тому же это пространство должно быть пустым, лишенным звезд. А между тем так должно быть непременно, если годичный путь Земли, рассматриваемый с неподвижных звезд, должен составлять по величине только одну минуту. Но ведь тогда и неподвижные звезды третьей величины, видимый диаметр которых также равен минуте, должны были бы иметь размеры земной орбиты...”*

Оптический эффект “раздваивания” впоследствии описан и объяснен Галилеем, не усомнившимся в том, что наблюдение подобных эффектов – несомненная заслуга зрительной трубы. (Галилей, будучи величайшим мастером умозрительного эксперимента, вообще не сомневался в объективности и истинности результатов экспериментов, которые отчасти мог проводить лишь в своем воображении, оказываясь правым и, кроме того, не боялся публиковать свои мысли в доступной форме.) Галилей, конечно же, был уверен, что можно разглядеть две близко расположенные звезды – безусловно, заслуга нового телескопического метода: *“...В качестве другого примера мы нарисовали шесть звезд Тельца, называемых Плеядами (я говорю о шести, так как седьмая почти никогда не видна) и заключенных в небе внутри теснейших пределов; к ним прилегают и другие невидимые в количест-*

ве в большем сорока; ни одна из них не удаляется более чем на полградуса от любой из этих шести...”

СУДЬБА ИДЕИ

Все попытки определять параллаксы с помощью метода, описанного Галилеем, еще долгое время оказывались безрезультатными. К этой проблеме (определению параллакса, используя оптически близкие звездные пары) возвращались Дж. Грегори (1675), Х. Гюйгенс (1695). По сообщению П.-С. Лапласа, доктор К. Лонг в середине XVIII в. пытался осуществить это предвидение Г. Галилея на практике. В 1674 г. Р. Гук, измерив параллакс γ Дракона (на фоне полемики с И. Ньютоном), получил от 20" до 30". Дж. Брайлей впоследствии опроверг эти величины. Немного позже Дж. Флемстид пытался определить параллакс Полярной звезды. Х. Гюйгенс экспериментировал с ζ Большой Медведицы. Параллакс измерить не удалось, тем не менее он считал, что яркая звезда гораздо ближе к Земле, чем слабая (впоследствии было доказано, что это двойная звездная система). В 1714–1715 гг. Жак Кассини

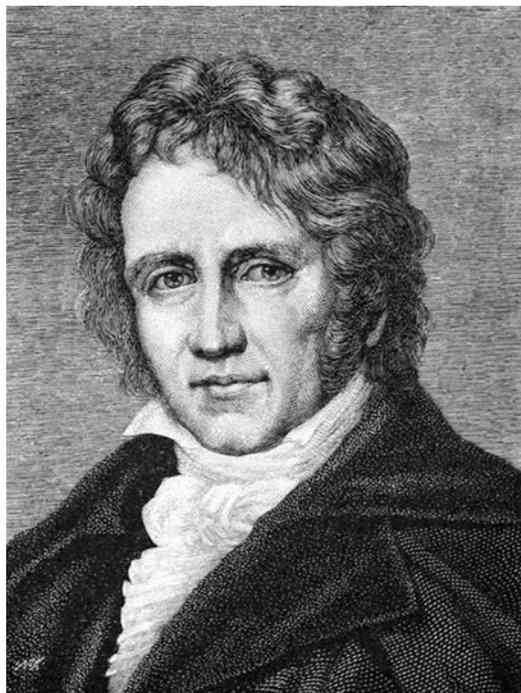


Вильям Гершель. Художник Л.Ф. Эббот. 1758 г.

определил параллакс Сириуса, но получил завышенный результат. В 1781 г. В. Гершель становится страстным поклонником метода Галилея и создает отдельный небольшой каталог близких звезд различной яркости. И тут вновь обратимся к “Уранометрии” И. Байера: не эти ли светлые звезды на карте были первым таким каталогом? (Кстати, всего в каталоге Браге 777 звезд, столь красивое “магическое” число, видимо, не случайность.)

Идея, с блеском описанная Г. Галилеем, наконец воплотилась на практике лишь в XIX в. В 1835–1838 гг. В.Я. Струве получил значение параллакса для пары звезд: Вега (α Лирь) и звезда 11^m в $43''$ от нее. Величина параллакса по его вычислениям составила $0,261''$. Это измерение оказалось несколько завышенным, современное значение – $0,121''$. В 1837–1840 гг. Ф.В. Бессель измерил параллакс 61 Лебедя с помощью двух звезд 10 – 11^m , параллакс получился $0,314''$. Новейшая оценка составляет $0,299''$. Тем не менее, следуя методике Г. Галилея, даже В.Я. Струве и Ф.В. Бессель продолжали предполагать, что параллакс слабых звезд равен нулю.

Параллакс для двух компонент α Центавра одновременно с Ф.В. Бесселем и В.Я. Струве получил профессор Эдинбургского университета, первый Королевский астроном Шотландии Т. Хендерсон (1798–1844). Он определил параллаксы звезд $\alpha 1$ – $1,38''$; $\alpha 2$ – $0,94''$. Такая ощутимая разница параллаксов насторожила Т. Хендерсона, ибо он хорошо понимал, что теоретически величины параллаксов $\alpha 1$ и $\alpha 2$ должны быть одинаковыми, расхождение получилось из-за погрешностей



Фридрих Вильгельм Бессель. Художник И.В. Ольф. 1834 г.

измерений. Корректно оценивая значение своих результатов, он сделал вывод: обе компоненты звезды имеют одинаковый параллакс – около $1''$. Современные исследования показали: параллакс α Центавра – $0,751''$, что соответствует ее расстоянию до Солнца – $4,3$ св. года.

Таким образом, во второй половине XVI в. сделан прорыв в решении важной задачи астрометрии – определении параллаксов “неподвижных” звезд. В настоящее время достоверно известны параллаксы кратных звезд, полученные с помощью метода Галилея.

Семинар учителей в Железнодорожном

20 февраля 2014 г. в астрономической школе “Вега” (Земля и Вселенная, 1999, № 4) прошел ежегодный семинар “Астрономия в школе и в системе дополнительного образования в современных условиях”. В его работе приняли участие 38 человек из Москвы и Московской области: учителя астрономии, физики, естествознания, природоведения и руководители юношеских астрономических коллективов.

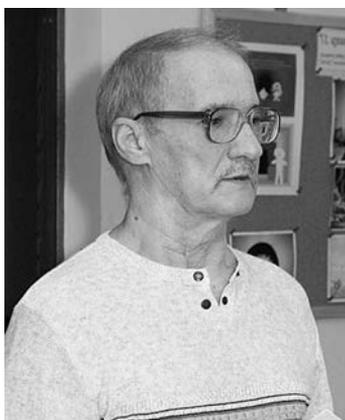
Учителя делились опытом, анализировали проблемы преподавания астрономии, предлагали пути их решения. В связи с тем, что предмет “астрономия” исключен из базисных планов образовательных учреждений, сегодня главная роль в преподавании астрономии принадлежит системе дополнительного образования, поэтому с каждым годом растет число юношеских астрономических коллективов.

Участники семинара обменялись информацией о работе астрономических коллективов, проведении астрономических олимпиад школьников и конкурсов, таких как “Эра фантастики” и “Веговские чтения” (Земля и Вселенная 2012, № 1). Отметим, что в апреле 2014 г. состоялась церемония подведения итогов и награждение победителей 18-го конкурса детского научно-фан-

тастического рассказа и рисунка “Эра фантастики”. В мае 2014 г. прошла 22-я конференция “Веговские чтения”, в работе которой участвовало более 100 человек.

Открыл семинар директор астрономической школы “Вега” М.П. Татарников. Он представил участников семинара, известил о порядке работы, а затем выступил с докладом. В нем он изложил историю “Веги”, рассказал о строительстве обсерватории в Железнодорожном, работе кружков и лектория в обсерватории, солнечном телескопе (Земля и Вселенная, 2008, № 3). Михаил Прохорович сообщил о проведении астрономических олимпиад в Железнодорожном, достижениях 2013–2014 гг. и перспективах школы “Вега”.

Заместитель председателя Центральной методической комиссии Всероссийской астрономической олимпиады кандидат физико-математических наук О.С. Уголь-



Директор астрономической школы “Вега” М.П. Татарников.



Кандидат физико-математических наук О.С. Угольников.

ников (ИКИ РАН) представил доклад "Новые правила проведения муниципального и регионального этапов Всероссийской олимпиады школьников". Олег Станиславович рассказал также об итогах Международной олимпиады и выступлении на ней команд Москвы и России, сравнил работу прошлых олимпиад с тем, как прошла олимпиада 2014 г. Кандидат физико-математических наук А.М. Татарников (ГАИШ МГУ) выступил с докладом "Итоги муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по астрономии".

Кандидат физико-математических наук В.А. Самодуров (ПРАО АКЦ ФИАН) принял участие в прениях о взаимосвязи между руководителями астрономических кружков. Выпускник астрономической школы

"Вега" 1982 г. В.И. Шивьёв подробно рассказал собравшимся о журнале "Земля и Вселенная", его сегодняшних проблемах и создании официального электронного архива журнала (Земля и Вселенная, 2012, № 3). Мы почтили память Ефрема Павловича Левитана (в 2014 г. ему исполнилось бы 80 лет; Земля и Вселенная, 2014, № 4), возглавлявшего редакцию журнала почти полвека. Руководитель астрономического кружка им. Е.П. Левитана в Жуковском (Московская область) М.В. Кузнецов (ГАИШ МГУ) поделился опытом работы кружка, остановился на проблемах школьного образования и путях их решения. Аспирант ИНАСАН Д.А. Чулков рассказал о Московской астрономической олимпиаде и ее развитии в настоящее время, о содержании сайта олимпиады.



В.И. Шивьёв рассказывает о журнале "Земля и Вселенная".



Сотрудник Дома детского творчества г. Звенигорода А.А. Вибе демонстрирует методические пособия.

Сотрудник Дома юных техников г. Королёва (Московская обл.) А.А. Шаболтаев сделал сообщение о конкурсе "Эра фантастики", его региональном этапе в г. Королёве. Представитель Дома детского творчества г. Звенигорода А.А. Вибе описала работу астрономического кружка Дома детского творчества г. Звенигорода, состоящего из двух групп: "Звездочет" (школьники младших классов) и "Астрономия" (школьники средних классов), рассказала о сотрудничестве с Институтом астрономии РАН, научно-практических конференциях для младших школьников "Астрокосмос". Она сообщила, что Звенигородская астрономическая обсерватория ИНАСАН два раза в год организует Дни открытых дверей, в течение



Кандидат физико-математических наук В.А. Самодуров.

учебного года учащиеся совершают экскурсии на обсерваторию и проводят там наблюдения.

Кандидат физико-математических наук В.А. Самодуров (ПРАО АКЦ ФИАН) сделал интересный доклад о Пушинской радиоастрономической обсерватории и ее астрономическом кружке, конкурсе астрономических сайтов России “ЗАРЯ” (Земля и Вселенная, 2012, № 6), ежегодных Днях открытых дверей 12 апреля и 12 августа (Земля и Вселенная, 2012,

№ 5). Владимир Александрович сообщил, что кружок в ПРАО привлекает многих, его посещают люди от 8 до 80 лет!

В заключительном слове М.П. Татарников поблагодарил участников семинара за их самоотверженный труд. Он высказал уверенность, что назрела необходимость в организации большого семинара.

*В.И. ЩИВЬЁВ
г. Железнодорожный
(Московская область)
Фото Д.В. КОВАЛЯ*

Фестиваль “Астрофест-2014”

15–18 мая 2014 г. на территории подмосковного дома отдыха “Ершово” под Звенигородом состоялся 11-й слет астрономов-любителей “Астрофест-2014”, в очередной раз собравший

участников из России и других стран. Фестиваль стал многолетней доброй традицией для энтузиастов астрономии, любителей астрофотографии и телескопостроения, людей самых разных

профессий, взглядов и увлечений (Земля и Вселенная, 2008, № 5; 2009, № 5; 2010, № 5). В 2014 г. было достигнуто несколько своеобразных рекордов: на фестивале побывало 1,5 тыс. чело-



У самодельного телескопа с главным зеркалом диаметром 500 мм на монтировке Добсона астронома-любителя Д.С. Сарычева (Подольск) выстроилась очередь для наблюдения Сатурна. Фото В. Шведуна.



Вечерние наблюдения на астрономической площадке фестиваля. Фото Е.С. Каме­невой.

век, число телескопов превысило сотню и достигло максимума за все годы его проведения.

Майское небо порадовало любителей древнейшей и прекраснейшей из наук редким богатством объектов для наблюдений: только что прошедший противостояние Марс, радующий парадом галилеевых спутников Юпитер, Сатурн с кольцами, развернутыми под удачным для наблюдений углом. Особо пытливым участникам удалось наблюдать Мер-

курий. Дневное Солнце тоже обеспечило любителей солнечных телескопов обилием групп пятен и мощных протуберанцев. На астрономической площадке у телескопов выстраивались очереди из желающих посмотреть на небесные объекты.

В первую ночь пришлось долго ждать разрывов в медленно надвигающейся облачности, но в апогее фестиваля, в ночь с субботы на воскресенье, погода впервые за несколько лет порадовала участников слета практически идеальным для Подмосковья астроклиматом. И если поздним вечером еще сказывались восходящие воздушные потоки

от нагретой земли, размывавшие изображения небесных тел, то глубокой ночью были превосходные наблюдательные условия. Это способствовало позитивным результатам. В частности, Александру Степуре удалось провести для детей экскурсию по звездному небу, показывая лазерной указкой очертания созвездий и рассказывая о мифах классической древности, связанных с ними.

Со вступительным словом по традиции выступил председатель Оргкомитета фестиваля А.Ю. Остапенко. Торжественный подъем флага "Астрофеста" возвестил об официальном открытии.

На «Астрофесте-2014» состоялись выступления с лекциями и докладами известных ученых и любителей астрономии, проведены экскурсии, практикумы, круглые столы и занятия школы начинающего астронома.

В первый день выступили астрономы-любители, докладчики касались приемов наблюдений и фотографирования объектов, доступных любительской технике. Игорь Виньяминов (Воронеж) сообщил о наблюдениях зодиакального света и скоплений пыли в точках Лагранжа, поэтично назвав их «пылевыми спутниками Земли». Виктор Старченко (Москва) в своем выступлении коснулся масштабов Вселенной и расстояний до наблюдаемых в телескопы объектов. Владимир Арсеньев (Москва) в докладе «Планеты и их тайны. О секретах наблюдения планет» поведал о приемах, которые следует освоить начинающему любителю при наблюдении планет. Тема доклада Алексея Грудцына (Москва) «Сокровища неба за пределами Солнечной системы» была связана с описанием наиболее интересных объектов глубокого космоса.

Лекция «О фокусировке телескопов с помощью масок» инженера Самарского аэрокосмического госуниверситета им. С.П. Королёва П.И. Бах-

тинова была посвящена усовершенствованному варианту фокусирующей маски, носящей его имя. Он наглядно продемонстрировал более информативную для юстировщика картину в поле зрения, получающуюся в случае добавления ряда новых групп полос, выполняющих роль крупно-размерной дифракционной решетки. Продолжил теоретическую часть темы методов фокусировки и юстировки любительских телескопов Дмитрий Маколкин (Москва). Младший научный сотрудник НИИ КрАО С.В. Назаров сообщил о возможных перспективах развития Крымской астрофизической обсерватории после воссоединения Крыма с Россией. Он особо подчеркнул, что готовится оснащение обсерватории новыми инструментами. Презентация заведующего научной работой обсерватории «Ка-Дар» С.А. Короткого о знаменитом челябинском метеорите, на которой он показал редкие фотографии и сообщил малоизвестные сведения, оказалась очень зрелищной.

Второй день ознаменовался блестящей серией докладов и популярных лекций наших ведущих ученых. Доктор физико-математических наук Д.З. Вибе (ИНАСАН) в докладе «Рождение звезд и планет в Орионе» увлекательно рассказал



Выступление члена-корреспондента РАН Б.М. Шустова (ИНАСАН). Фото Е.С. Каменевой.

о процессах звездообразования в туманности Ориона. По инициативе Дмитрия Зигфридовича была успешно проведена экскурсия для участников фестиваля на обсерваторию под Звенигородом. Кандидат физико-математических наук



Сотрудник Чилийской обсерватории Лас Кампанас профессор Ю.В. Белецкий.

К.В. Соколовский (АКЦ ФИАН, ГАИШ МГУ), участник проекта “Радио-астрон” (космическая обсерватория “Спектр-Р”), посвятил доклад астрометрии и синхронизации наблюдений между орбитальным модулем и наземными радиотелескопами, обеспечивающими сверхдлинную базу радиоинтерферометра. На следующий день эту тему продолжил и развил руководитель программы исследований доктор физико-математических наук Ю.Ю. Ковалёв (АКЦ ФИАН). Ученый продемонстрировал выдержки из атласа объектов, исследованных обсер-

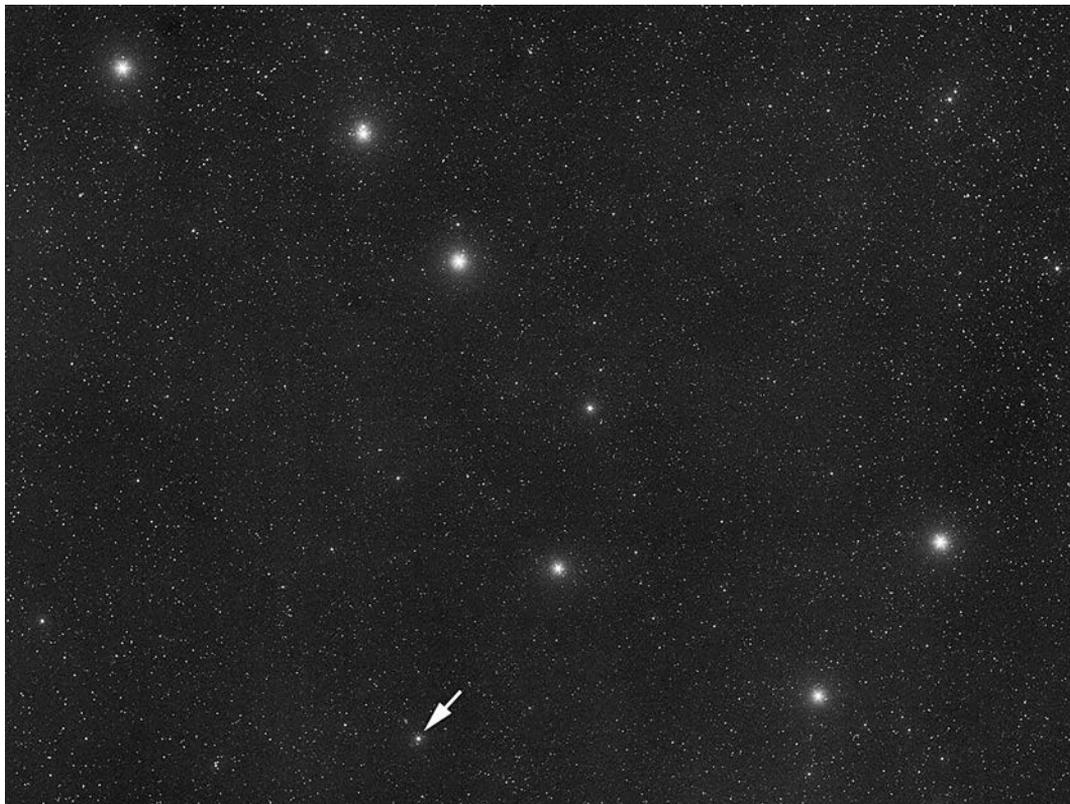
ваторией “Спектр-Р”, и сообщил о наиболее вероятной интерпретации фундаментального результата наблюдений – отсутствия плавного размытия радиоизображения удаленных квазаров и ядер галактик за счет взаимодействия с межзвездной средой. Затем доктор физико-математических наук М.Л. Литвак (ИКИ РАН) ознакомил участников фестиваля с техническими и организационными аспектами перспективной российской лунной программы, описав устройство и возможное оснащение научной аппаратурой орбитальных

и посадочных аппаратов, начиная с АМС “Луна-25”. После этого состоялся круглый стол, на котором уважаемые гости ответили на многочисленные вопросы.

Наш зарубежный гость, профессор Института астрофизики на Канарских островах (Испания) Г. Израелян, в своей красочной презентации «“STARMUS”: уникальная дорога к большой науке» погрузил участников в атмосферу ежегодно проводимого на Канарах фестиваля любителей астрономии “STARMUS”, близкого по тематике “Астрофесту”. Затем член-корреспондент РАН



На лекции-беседе “Спроси астронома” на вопросы участников “Астрофеста” отвечают доктор физико-математических наук М.Л. Литвак (ИКИ РАН) и Д.З. Вибе (ИНАСАН). Фото Е.С. Каменевой.



Созвездие Большой Медведицы и комета PANSTARRS (C/2012 K1; указана стрелкой). Фотокамера "Canon-5D Mark 2", объектив Zeiss 50.1.4 Planar, на мобильной монтировке Astrotrac. Снимок получен П.А. Смилык (Сыктывкар) в последнюю ночь фестиваля.

Б.М. Шустов (ИНАСАН) сообщил о перспективах развития российской астрономии. Сотрудник Обсерватории Лас Кампанас (Чили) профессор Ю.В. Белецкий в докладе "Чили – астрономическая столица мира. О работе больших обсерваторий" поделился сведениями об этой обсерватории и уникальном астроклимате, где она расположена, продемонстрировал блестящие возможности ее мощных телескопов. Во втором выступле-

нии – "Сокровища звездного неба – ночные пейзажи" – Ю.В. Белецкий раскрыл возможности техники астрофотографии. Астроном-любитель Эдуард Важоров (Новочебоксарск) поделился с новичками секретами астрофотографии в лекции "Астрофотография для новичков". Владимир Князь (Москва) в рамках программы "Космос в движении" выступил с поэтической презентацией "Рассказы падающих звезд", в кото-

рой продемонстрировал пояснительный материал и сопровождал собственной игрой на флейте видеоролик о пролетах метеоров. На лекции-беседе "Спроси астронома" Д.З. Вибе и М.Л. Литвак ответили на вопросы участников фестиваля.

В конце второго дня был показан фильм видеорежиссера Дмитрия Лантинова (Москва) "Затмение 3 ноября 2013 г. в Кении" и состоялась интересная беседа с демонстрацией презен-

тации Тимура Крячко (Реутов) и Сергея Афанасьева (Дедовск) о поисках метеоритов в пустынях и мировом рынке их продаж. Стоит отметить доклад-дискуссию С.А. Цуканова “Отстоим темное небо” о борьбе с засветкой и электромагнитным загрязнением окружающей среды. Затем прозвучал концерт электронной музыки астронома-любителя и композитора Андрея Климковского.

Приятно удивила разносторонняя подборка учебной, специальной, популярной и занимательной литературы по астрономии, математике и физике на полках книжного магазина, развернутого в фойе. Там же размещались выставки-продажи астрономического оборудования компаний “Астро-сиб”, “Meade”, “Levenhuk” и “Celestron”.

Следует отметить, что фестиваль стал во многом семейным праздником. На нем выполнена превосходная детская программа, включавшая, например, различные развивающие игры на астрономическую тему и конкурс “Рисуем космос на Земле”. Состоялись беседы с детьми на темы “Тайны Вселенной”, “Как летают космические корабли”, “Полет к МКС”, “Как устроен телескоп”, “Как устроена Солнечная система”. Традиционно работала “волшебная лавка”, в которой продавались головоломки, космические стереофотографии и логические игры. Занятия и беседы вели Татьяна Ионова, Елена Илюшенко, Алексей Ткаченко, Владимир Князь, Сергей Назаров и Александр Степура. Не осталась в стороне и администрация санатория.

Участникам, отдыхающим с детьми, были предложены комфортабельные номера, изысканное меню трехразового питания, доступ в детскую игровую комнату, бассейн, прогулки на лошадях, велосипедах, велосипедах, а также другие развлечения.

Как участнику Оргкомитета, ведущему секции научных и популярных докладов, автору приятно отметить высокий профессиональный и презентационный уровень представленной программы. Фестиваль “Астрофест-2014” удовлетворил самые взыскательные вкусы любителей астрономии и проложил дорогу дальнейшей популяризации астрономической науки.

*Д.А. БОБЫЛЁВ
г. Лыткарино (Московская обл.)*

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: май – июнь 2015 г.

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ

Дата	Время, ч	Событие
Май		
4	3	Полнолуние
5	16	Луна проходит в 1° севернее Сатурна
7	4	Меркурий в наибольшей восточной элонгации (21°)
11	10	Луна в последней четверти
14	23	Луна в перигее
18	4	Новолуние
19	12	Меркурий переходит от прямого движения к попятному
23	1	Сатурн в противостоянии с Солнцем
24	4	Луна проходит в 6° южнее Юпитера
25	17	Луна в первой четверти
26	22	Луна в апогее
30	0	<i>Венера проходит в 4,0° южнее звезды Поллукс (β Близнецов)</i>
30	16	Меркурий в нижнем соединении с Солнцем
Июнь		
1	20	Луна проходит в 1° севернее Сатурна
2	16	Полнолуние
6	16	Венера в наибольшей восточной элонгации (45°)
9	15	Луна в последней четверти
10	4	Луна в перигее
11	19	Меркурий переходит от попятного движения к прямому
12	20	Нептун переходит от прямого движения к попятному
14	15	Марс в соединении с Солнцем
16	14	Новолуние
20	8	Луна проходит в 6° южнее Венеры
20	20	Луна проходит в 5° южнее Юпитера
21	16	Летнее солнцестояние
23	17	Луна в апогее
24	11	Луна в первой четверти
24	17	Меркурий в наибольшей западной элонгации (22°)
29	1	Луна проходит в 1° Севернее Сатурна

Примечание. Во всех таблицах и тексте дано Всемирное время (UT), кроме особо оговоренных случаев.

ЭФЕМЕРИДА СОЛНЦА

Дата	α		δ		45°		55°		65°	
					восход	заход	восход	заход	восход	заход
	ч	м	°	'	ч : м	ч : м	ч : м	ч : м	ч : м	ч : м
Май 1	02	31	14	51	04:51	19:07	04:22	19:36	03:28	20:30
11	03	09	17	41	04:37	19:19	04:01	19:55	02:52	21:05
21	03	49	20	02	04:26	19:31	03:44	20:13	02:17	21:41
31	04	29	21	48	04:18	19:41	03:31	20:28	01:43	22:16
Июнь 10	05	10	22	57	04:14	19:49	03:23	20:40	01:15	22:47
20	05	52	23	25	04:14	19:53	03:21	20:46	01:01	23:06
30	06	34	23	13	04:17	19:54	03:25	20:46	01:12	22:59

Примечание. В таблице дано среднее солнечное время.

Пример. Определить время захода Солнца 21 мая 2015 г. в Иркутске (широта – $52^{\circ}17'$, долгота – $6^{\text{ч}} 57^{\text{м}}$, 6-я часовая зона – московское время плюс $5^{\text{ч}}$, $UT + 8^{\text{ч}}$). Пользуясь Таблицей II, интерполируем по широте значение времени захода Солнца на 21 мая, получаем $19^{\text{ч}} 59^{\text{м}}$. Вычтем из него долготу места, прибавим $8^{\text{ч}}$, получим $21^{\text{ч}} 02^{\text{м}}$.

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата	α		δ		m	d	F	Продолжительность видимости для разных широт, ч			Период видимости	
								45°	55°	65°		
	ч	м	°	'	"	"	"	"	"			
Меркурий												
Май 1	03	47,7	+22	26	-0,4	6,8	0,56	1,3	1,4	–	Вечер	
11	04	33,0	+24	21	0,8	8,7	0,27	1,0	0,5	–	Вечер	
21	04	45,0	+22	59	3,0	11,0	0,08	–	–	–		
31	04	28,9	+19	36	6,4	12,2	0,00	–	–	–		
Июнь 10	04	13,2	+17	04	2,9	11,1	0,09	–	–	–		
20	04	22,6	+17	33	1,0	9,0	0,26	–	–	–		
30	05	01,5	+20	16	-0,1	7,1	0,50	–	–	–		
Венера												
Май 1	05	24,7	+25	33	-4,2	16,8	0,67	4,0	4,6	6,3	Вечер	
11	06	14,0	+26	03	-4,2	18,2	0,63	4,1	4,6	5,4	Вечер	
21	07	01,7	+25	27	-4,3	19,9	0,59	4,0	4,3	4,4	Вечер	
31	07	46,5	+23	54	-4,4	22,0	0,54	3,8	3,9	3,3	Вечер	
Июнь 10	08	27,3	+21	32	-4,5	24,6	0,48	3,5	3,4	2,1	Вечер	
20	09	03,1	+18	34	-4,6	27,9	0,42	3,1	2,9	–	Вечер	
30	09	32,5	+15	18	-4,6	32,1	0,35	2,6	2,3	–	Вечер	

Таблица III (окончание)

Дата	α		δ		m	d	F	Продолжительность видимости для разных широт, ч			Период видимости	
	ч	м	°	'				45°	55°	65°		
Марс												
Май	1	03	17,6	+18	26	1,4	3,8	1,00	–	–	–	
	11	03	46,9	+20	14	1,5	3,7	1,00	–	–	–	
	21	04	16,4	+21	42	1,5	3,7	1,00	–	–	–	
	21	04	46,0	+22	51	1,5	3,7	1,00	–	–	–	
Июнь	10	05	15,8	+23	38	1,5	3,7	1,00	–	–	–	
	20	05	45,6	+24	04	1,5	3,6	1,00	–	–	–	
	30	06	15,1	+24	08	1,6	3,6	1,00	–	–	–	
Юпитер												
Май	1	09	03,5	+17	45	–2,0	37,8	0,99	6,9	7,0	6,5	Вечер
	11	09	06,7	+17	31	–1,9	36,7	0,99	6,0	6,0	5,1	Вечер
	21	09	10,9	+17	12	–1,8	35,6	0,99	5,2	5,1	3,5	Вечер
	31	09	16,0	+16	48	–1,8	34,7	0,99	4,4	4,1	1,3	Вечер
Июнь	10	09	21,9	+16	21	–1,7	33,9	0,99	3,6	3,2	–	Вечер
	20	09	28,3	+15	20	–1,7	33,1	1,00	2,9	2,3	–	Вечер
	30	09	35,3	+15	15	–1,6	32,5	1,00	2,2	1,4	–	Вечер
Сатурн												
Май	1	16	05,6	–18	37	0,1	18,4	1,00	7,5	6,2	2,9	Ночь
	11	16	02,7	–18	28	0,1	18,5	1,00	7,8	6,1	1,3	Ночь
	21	15	59,7	–18	20	0,0	18,6	1,00	7,6	5,8	–	Ночь
	31	15	56,6	–18	12	0,1	18,6	1,00	7,4	5,3	–	Ночь
Июнь	10	15	53,7	–18	04	0,1	18,5	1,00	7,0	4,7	–	Ночь
	20	15	51,0	–17	57	0,2	18,4	1,00	6,4	4,2	–	Ночь
	30	15	48,7	–17	52	0,2	18,2	1,00	5,7	3,8	–	Ночь

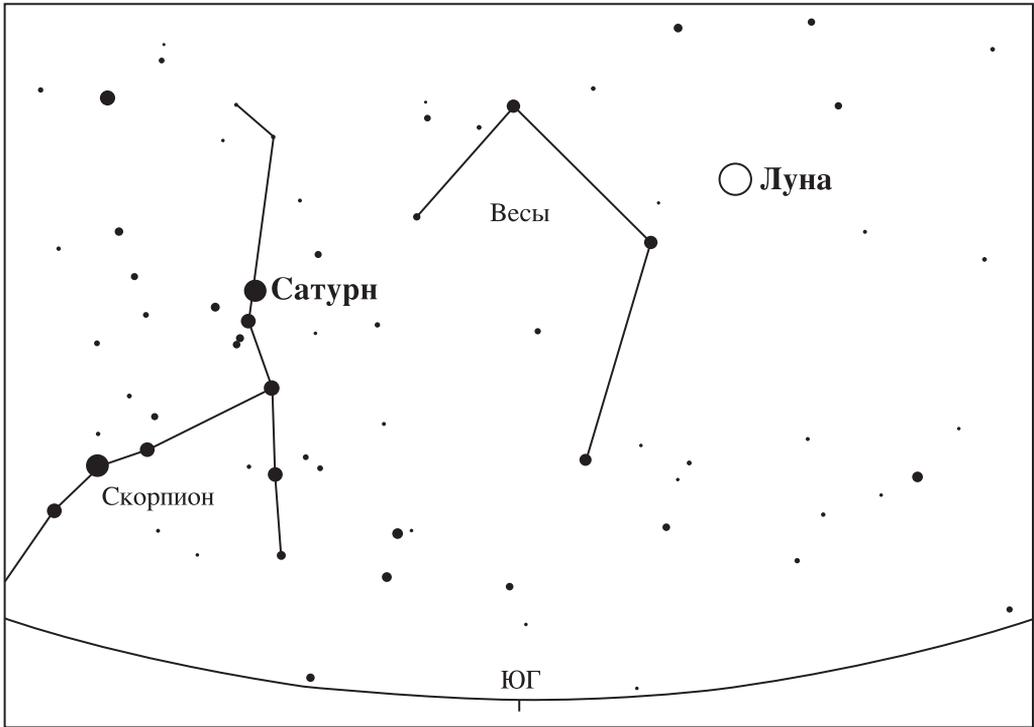
Примечание. Координаты даны на момент 0^ч по Всемирному времени, F – фаза планеты.

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

Меркурий в начале мая можно наблюдать по вечерам в средних и южных широтах нашей страны. В самом начале мая ближайшая к Солнцу планета видна немногим более часа. 7 мая Меркурий находится в наибольшей восточной элонгации. Видимый угловой диаметр планеты 1–11 мая увеличивается с 6,8" до 8,7". Далее блеск Меркурия быстро падает, продолжительность

его видимости сокращается. С середины мая планета теряется в вечерних сумерках и далее исчезает с неба до октября. 30 мая Меркурий окажется в нижнем соединении с Солнцем.

Венера продолжает приближаться к Земле, ее видимый угловой диаметр увеличивается с 16,8" в начале мая до 32,1" в конце июня. В мае наилучшие условия вечернего наблюдения планеты.



Вид южной части звездного неба в Москве 4 мая 2015 г. в 1^ч 00^м по московскому времени. Отмечено положение Сатурна и Луны.

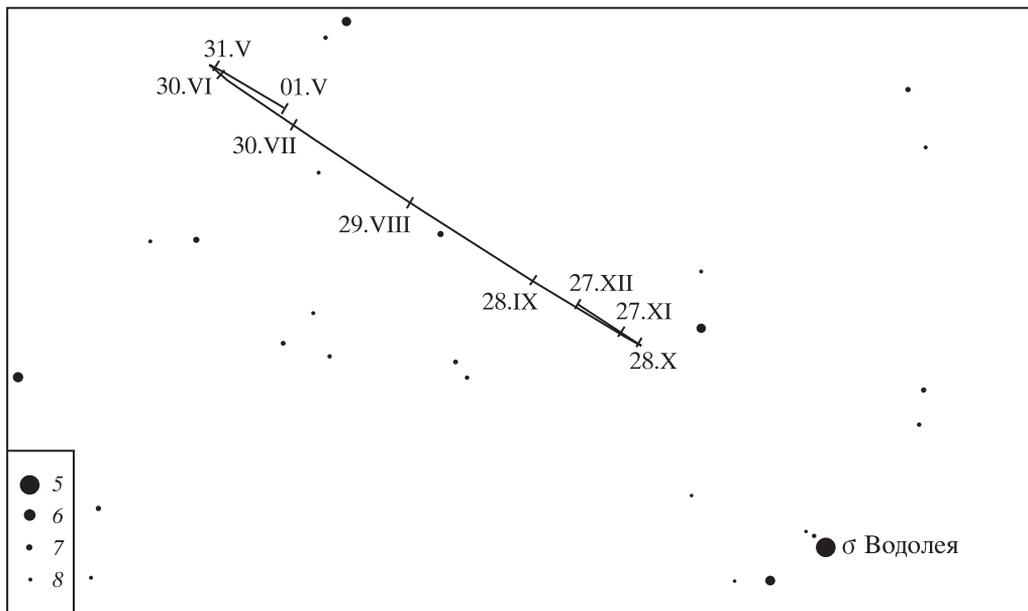
В первых числах мая Венера перемещается по созвездию Тельца, 8 мая переходит в созвездие Близнецов, в котором 30 мая проходит в $4,0^\circ$ южнее звезды Поллукс (β Близнецов), 3 июня переходит в созвездие Рака и 26 июня – в созвездие Льва. Время нахождения планеты на небосводе в начале мая максимально и составляет от 4^ч в средних и южных широтах нашей страны (в конце июня – 2,3–2,6 ч) до 6^ч в северных широтах, а затем постепенно уменьшается. В северных широтах длительность видимости Венеры довольно быстро сокращается, и после 10 июня она не видна. Блеск Венеры возрастает с $-4,2^m$ в начале мая до $-4,6^m$ в конце июня.

Марс в мае – июне на небе отсутствует.

Юпитер заметен в вечернее время, но продолжительность его видимости сокращается. В начале мая плане-

ту могут наблюдать более 6 ч жители всех широт нашей страны, в средних и южных широтах – 1,5–2 ч в конце июня, в северных широтах в июне она пропадает с небосвода. Юпитер в мае перемещается по созвездию Рака и 10 июня переходит в созвездие Льва. Блеск этой планеты-гиганта в мае – июне снижается с $-2,0^m$ до $-1,6^m$, ее угловой диаметр уменьшается с $37,8''$ до $32,5''$. Луна пройдет вблизи Юпитера 24 мая и 20 июня.

Сатурн в средних и южных широтах России в ночное время находится в южной стороне горизонта. В северных широтах его видимость в мае быстро заканчивается. Время наблюдений Сатурна постепенно уменьшается: в средних широтах с 6,2^ч в начале мая до 3,8^ч в конце июня, в южных широтах с 7,5^ч до 3,8^ч. 23 мая он вступит в противостояние с Солнцем. Видимый угловой



Видимый путь на небесной сфере Нептуна в мае – декабре 2015 г.

диаметр Сатурна немногим более 18", блеск – около 0^m. В начале мая он перемещается по созвездию Скорпиона, 12 мая переходит в Весы. Луна пройдет вблизи Сатурна 5 мая, 1 и 29 июня.

Нептун можно заметить в телескоп или крупный бинокль. Он находится в

созвездии Водолея недалеко от звезды σ Водолея (4,8^m). 12 июня Нептун переходит от прямого движения к попятному. 1 сентября произойдет его противостояние с Солнцем. 18 ноября планета-гигант переходит от попятного движения к прямому.

Таблица IV

ЭФЕМЕРИДЫ НЕПТУНА В 2015 г.

Дата	A		δ		m	d
	ч	м	°	'		
Май 1	22	44,0	−08	51	7,9	2,4
31	22	45,7	−08	42	7,9	2,4
Июнь 30	22	45,5	−08	44	7,9	2,5
Июль 30	22	43,7	−08	56	7,8	2,5
Август 29	22	40,9	−09	13	7,8	2,5
Сентябрь 28	22	37,9	−09	31	7,8	2,5
Октябрь 28	22	35,8	−09	43	7,9	2,5
Ноябрь 27	22	35,4	−09	45	7,9	2,4
Декабрь 27	22	36,9	−09	36	7,9	2,4

В.И. ЩИВЬЁВ

г. Железнодорожный (Московская обл.)

Памяти Бабакина

16 октября 2014 г. в Мемориальном музее космонавтики открылась выставка “Конструктор Г.Н. Бабакин. Шесть лет и вся жизнь...”, посвященная 100-летию со дня рождения **Георгия Николаевича Бабакина** (1914–1971) – талантливого ученого, организатора, конструктора автоматических лунных и межпланетных станций, члена-корреспондента АН СССР, доктора технических наук, Героя Социалистического Труда, лауреата Ленинской премии (Земля и Вселенная, 2004, № 6). В последние годы жизни (1965–1971) Г.Н. Бабакин был главным конструктором ОКБ Машиностроительного завода им. С.А. Лавочкина (ныне НПО им. С.А. Лавочкина). Благодаря организаторским и конструкторским способностям Георгия Николаевича в ОКБ создавались АМС для исследования

Луны, Венеры и Марса. С его именем неразрывно связаны выдающиеся достижения советской космонавтики: 3 февраля 1966 г. “Луна-9” впер-

вые в мире совершила мягкую посадку на Луну, 3 апреля 1966 г. “Луна-10” стала первым искусственным спутником Луны, в сентябре 1970 г.



Афиша выставки “Конструктор Г.Н. Бабакин. Шесть лет и вся жизнь...”.



На открытии выставки.

“Луна-16” доставила образцы лунного грунта на Землю, 17 ноября 1970 г. “Луна-17” доставила в Море Дождей первый самоходный исследовательский аппарат “Луноход-1”, 15 декабря 1970 г. спускаемый аппарат “Венеры-7” выполнил первую в мире мягкую посадку на Венеру, 2 декабря 1971 г. спускаемый аппарат “Марса-3” осуществил первую в мире посадку на поверхность Марса. Экспедиции к Луне и ближайшим планетам Солнечной системы представляли собой полет в неведомое. Их особенность, по словам академика М.В. Келдыша, заключалась в

том, что *“каждая станция проектируется на те характеристики внешних условий, которые... эта станция должна определить в процессе полета. Доказательство того, что эта задача решается успешно, – огромные достижения нашей отечественной космонавтики”*.

Г.Н. Бабакину принадлежит ряд технических решений и изобретений, на основе которых он подготовил инструкцию по разработке межпланетных станций. В конце 1969 г. под его руководством были созданы базовые модули космических аппаратов, которые успешно использовались почти 20 лет в програм-

мах “Марс”, “Венера”, “Астрон”, “Гранат”. Третье поколение “лунников” Г.Н. Бабакина предназначалось для выполнения таких сложных экспериментов, как доставка на Землю образцов лунного грунта, длительное исследование поверхности при перемещении по ней дистанционно управляемых подвижных лабораторий – самоходных аппаратов (луноходов), углубленное изучение Луны и окружающего ее пространства с орбиты ИСЛ. Основным элементом третьего поколения “лунников” служил универсальный орбитально-посадочный блок (космическая платформа



или посадочная ступень) многоцелевого назначения, с помощью которого на Луну или в ее окрестности могли доставляться луноходы, возвращаемые ракеты, аппаратура для дистанционного зондирования. В 1969–1976 гг. такие универсальные блоки применялись в полетах АМС “Луна-15–24”.

Выставку подготовили заведующая отделом научно-выставочной деятельности Т.С. Калугина и научный сотрудник Д.В. Кублицкая, оформили художники В.А. Галлиардт и А.Г. Никифоров. Активно участвовали в ее организации семья Г.Н. Бабакина и НПО им. С.А. Лавочкина. Многие предметы взяты из семейного архива. На выставке размещено 259

экспонатов, некоторые из них показаны впервые. Посетители могли познакомиться с редкими фотографиями, личными вещами, документами, наградами, макетами АМС, вымпелами, плакатами.

В церемонии открытия участвовали заместитель генерального директора НПО им. С.А. Лавочкина Х.Ж. Карчаев, помощник генерального конструктора по науке НПО им. С.А. Лавочкина доктор технических наук В.В. Ефанов, Н.Г. Бабакин (сын Г.Н. Бабакина) с супругой и родственниками, заместитель директора Мемориального музея космонавтики по работе с ветеранами космической отрасли Ю.М. Соломко, сотрудники НПО им. С.А. Лавочкина, Россий-

Общий вид выставки.

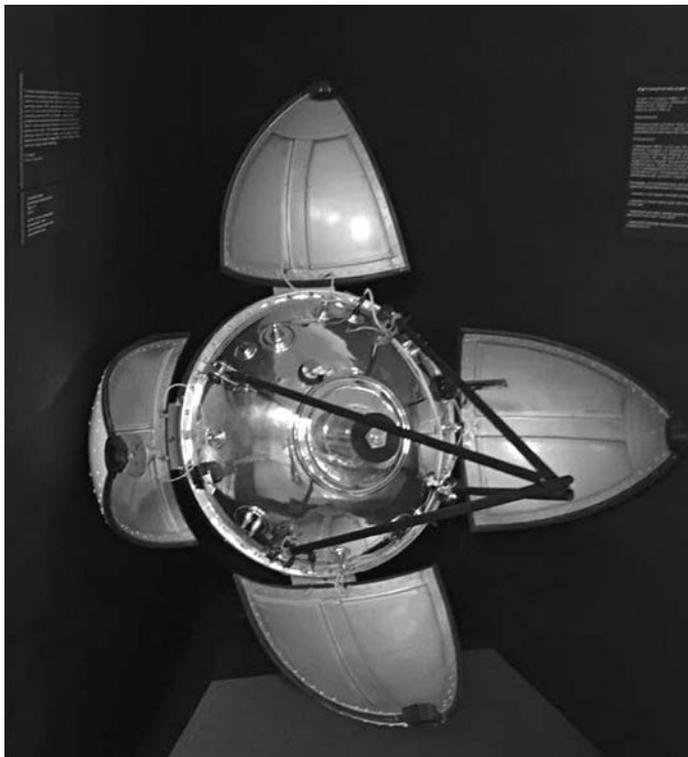
ского государственного архива научно-технической документации и Института космических исследований РАН.

Выставка условно разделена на пять разделов. Первый, “Истоки. Семья. Учеба. Увлеченность радиотехникой. Служба в армии”, относится к 1914–1942 гг. и связан с детством, учебой, службой в Советской армии и первыми местами работы Георгия Николаевича. На стенде помещены фотографии его родителей, свидетельство о рождении и первые детские фотографии, старший

радиотехник Сокольнического парка культуры и отдыха Г.Н. Бабакин (1932–1934), красноармейца Георгия Бабакина (1936), удостоверение № 720 Центральной радиолaborатории общества друзей радио о присвоении в 1930 г. Г.Н. Бабакину квалификации старшего радиомонтера.

Следующий раздел, “Молодой изобретатель”, охватывает период 1943–1949 гг., когда Георгий Николаевич работал во Всесоюзном научно-исследовательском институте автоматки (ВСНИТО), сначала в должности заведующего лабораторией, затем начальника конструкторского бюро и главного конструктора. Здесь можно увидеть документы, связанные с его деятельностью в ВСНИТО (удостоверение от 22 ноября 1948 г.), с изобретательской деятельностью (авторское свидетельство № 63875 Министерства Вооруженных сил СССР, выданное на “Устройство для автоматического переключения радиостанции с приема на передачу и обратно” 18 мая 1943 г.), а также фотография 1949 г. Георгия Николаевича с женой Анной Яковлевной и сыном Николаем.

Третий раздел, “Инженер реактивной техники. 1949–1964 гг.”, рассказывает о работе Г.Н. Бабакина в НИИ-88 в от-



Макет спускаемого аппарата “Луна-9”.

деле Б.Е. Чертока в 1949–1951 гг., где создавались зенитные управляемые ракеты, затем в ОКБ-301 (ныне НПО им. С.А. Лавочкина) в 1951–1964 гг. Он участник разработки зенитно-ракетного комплекса “Даль” и средства доставки ядерного оружия – сверхзвуковой межконтинентальной крылатой ракеты “Буря”. На стенде – фотографии Г.Н. Бабакина этого периода и ракеты “Буря” на стартовой площадке во время испытаний в 1960 г.

Самый большой раздел, “Звездные годы Г.Н. Бабакина. 1965–1971 гг.”,

посвящен его деятельности в качестве главного конструктора ОКБ Машиностроительного завода им. С.А. Лавочкина. Здесь представлены полномасштабные макеты спускаемого аппарата “Луны-9” и возвращаемой капсулы “Луны-16”; небольшие макеты АМС “Венера-7” и “Марс-3”; почетные дипломы ФАИ, врученные коллективам советских ученых, конструкторов, рабочих и служащих, участвовавших в создании и проектировании станций “Луна-9, -10, -16 и -17”; образцы различных типов лунных пород, доставленных “Лу-



Встроенная витрина с наградами, личными вещами и документами Г.Н. Бабакина.

ной-16”, размещенные в специальной кассете; вымпелы для доставки на поверхности Луны, Венеры и Марса; медаль и диплом Национального центра космических исследований Франции, схемы полетов станций “Луна-9, -16 и 17”, “Венера-7”, “Марс-2” и “Марс-3”, газеты и значки. В этом разделе на фотографиях запечатлены схема полета станции “Луна-9” и место ее прилунения; Г.Н. Бабакин в Центре дальней космической связи во время сеанса связи с “Луной-9”; лунные панорамы, переданные “Луной-9, -13” и “Луноходом-1”; лабора-

торные испытания грунтозаборного устройства станции “Луна-16”; экипажи управления “Луноходом-1”; “Венера-7” в сборочном цехе НПО им. С.А. Лавочкина; вручение диплома Международной авиационной федерации Г.Н. Бабакину. Во встроенных витринах размещены сувенирные макеты “Луны-9 и -16”, “Лунохода-1”; Дела о научно-технических достижениях и рекордах, установленных АМС “Луна-9, -10, -16 и -17”, “Венера-7” и “Марс-3”; памятные медали, вымпелы и значки; награды и личные вещи – бинокль, очки, портсигар, теннисная ракетка;

документы – дипломы лауреата Ленинской премии от 21 апреля 1966 г., доктора технических наук от 12 декабря 1968 г., об избрании Г.Н. Бабакина членом-корреспондентом АН СССР по отделению механики и процессов управления (ноябрь 1970 г.), грамота Президиума Верховного Совета СССР о присвоении Г.Н. Бабакину звания Герой Социалистического Труда за выдающиеся заслуги в выполнении специального задания Правительства СССР от 9 ноября 1970 г., авторские свидетельства на изобретения 1968–1971 гг.



Раздел выставки “Звездные годы Г.Н. Бабакина”. На втором плане – плакаты, посвященные достижениям советской космонавтики.

В заключительном разделе представлены образцы плакатного искусства, отражающие освоение космического пространства автоматическими

космическими аппаратами, например плакаты В. Сачкова “Мы с чудесным конем всю Луну обойдем!” и Ю. Иванова “На пыльных тропин-

ках далеких планет останутся наши следы!”.

Работа выставки продлится до 3 мая 2015 г.

С.А. ГЕРАСИУТИН
Фото автора

“Формулы и звезды”

Наши германские коллеги профессор **К. Райх** и доктор **Е.Е. Русанова** вновь обогатили сокровищницу мировой историко-научной литературы по астрономии фундаментальным трудом **“Формулы и звезды. Корреспонденция немецких ученых с Императорской Академией наук в Санкт-Петербурге”** (“Formeln und Sterne. Korrespondenz deutscher Gelehrter mit der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg”. Shaker Verlag, 2013), опубликованным под редакцией профессора О. Рихи в Аахене в 2013 г. Книга представляет собой 13-й том в серии

Сообщений научно-исследовательского проекта Саксонской Академии наук в Лейпциге “Научные связи в XIX в. между Германией и Россией в области химии, фармацевтики и медицины” (Wissenschaftliche Beziehungen im 19. Jahrhundert zwischen Deutschland und Rußland auf den Gebieten Chemie, Pharmazie und Medizin). Материалы книги основаны на письмах Иоганна Пфаффа (J.W. Pfaff), Иоганна Хута (J.S. Huth), Мартина Бартельса (M. Bartels), Маргуса Паукера (M.G. Paucker) и Василия (Вильгельма) Яковлевича Струве из собрания автографов Вильгельма Штиды (W. Stieda), хранящихся в библиотеке Лейпцигского университета.

Основному содержанию предпосланы предисловие, транслитерация русского алфавита, основные редакционные принципы, принятые при издании рецензируемой книги, географические названия на немецком и русском языках, современные названия (в случае отклонения от общепринятых). Во введении (первый раздел) приведены краткие сведения о целях научно-исследовательского проекта и месте в нем данного издания, о связях некоторых ученых с центрами высшего образования в России.

Во второй раздел вошли биография В. Штиды, рассказ о его карьере как специалиста в области политэкономии и истории науки, описание его собрания автографов. Здесь приводится полный перечень авторов писем из собрания



В. Штиды с указанием дат их жизни и мест учебы и службы.

В третьем разделе даны краткие биографические очерки непреходящих секретарей Императорской Санкт-Петербургской Академии наук Николая и Павла Фуссов.

Четвертый раздел посвящен биографии и деятельности И. Пфаффа, характеристике научных тем, затронутых в его переписке с Н. Фуссом (здесь даны полные тексты всех шести писем, охватывающих период с ноября 1806 г. по март 1808 г.). Авторы отметили неполноту собрания В. Штиды: в собрании Ф. Шардиуса (F.L. Schardius) имеется письмо от 1 июня 1809 г. И. Пфаффа, адресованное Н. Фуссу.

В пятом разделе приведена биографическая статья о И. Хуте, дано описание его научных трудов, опубликованных в России, и цитируются выдержки из некоторых. В частности, рассматриваются исследование И. Хута по теории света (абберация) и отзыв о нем академика Ф.И. Шуберта. Здесь помещены полные тексты шести писем из собрания В. Штиды, написанных И. Хутом Н. Фуссу и отправленных из Франкфурта-на-Одере, Харькова и Дерпта с июня 1807 г. по август 1811 г., а также 11 писем, отправленных из Харькова и Дерпта в феврале 1810 г. – ноябре 1817 г. философу, политологу и политэкономисту Л. Якобу (L.H. Jakob).

Шестой раздел посвящен астроному и геодезисту академику В.Я. Струве. Авторы достаточно детально освещают основные моменты его жизни и деятельности, начиная с гимназических лет в Альтоне, во время обучения в Дерптском университете и самостоятельной работы в Дерптской астрономической обсерватории, включая астрономические наблюдения и геодезические работы (триангуляция территории Лифляндской губернии между Чудским озером и озером Выртсъярв с использованием гелиотропа Гаусса). Приведены тексты и факсимиле соответствующих предложений Н. Фусса и

Ф. Шуберта избрать В.Я. Струве членом-корреспондентом Императорской Академии наук в Петербурге. В характеристике корреспонденции, относящейся к этому периоду, дан обзор писем В.Я. Струве из упомянутого собрания автографов В. Штиды. Авторы указали, что профессор практической астрономии Лейпцигского университета К. Хайн (K.T. Haun) отметил важность для специалистов-астрономов информации о развитии астрономической обсерватории Дерптского университета, содержащейся в семи письмах, написанных В.Я. Струве Н. Фуссу в феврале 1813 г. – сентябре 1825 г.

В седьмом разделе представлен очерк жизни и научной деятельности профессора М. Бартельса (J.M. Bartels), тестя академика В.Я. Струве, во время его пребывания в Германии, Швейцарии и России. В книге даны полные тексты 13 писем из переписки М. Бартельса с Николаем и Павлом Фуссами, охватывающих период с сентября 1805 г. по январь 1826 г. В некоторых из них изложены три работы М. Бартельса, посвященные фундаментальным формулам стереометрии, рассуждениям о параллаксе Солнца и главных осях абсолютно твердых тел. Здесь же приводится текст на французском языке сохранившегося лишь в черновике отзыва экстраординарного члена Императорской Академии наук в Петербурге А. Коллинза (A.Ch. Collins), правнука Леонарда Эйлера и племянника Николая Фусса, о работе М. Бартельса “О главных осях абсолютно твердых тел”. Авторы также рассматривают главный труд М. Бартельса – “Лекции по математическому анализу с приложениями к геометрии, механике и теории вероятностей”.

Особое место отведено упоминанию об учениках М. Бартельса в России, в частности о братьях Зенф (C.J. и C.E. Senff) в Дерпте, о деятельности Н.И. Лобачевского и И.М. Симона в Казани с изложением их научных достижений.

Восьмой раздел посвящен жизнеописанию и обзору важнейших областей (математика, астрономия, геодезия, метрология) научной деятельности М. Паукера (M.G. von Paucker), родившегося в деревне Санкт-Симонис (ныне Симуна в Эстонии) и проживавшего в городах Курляндской губернии – Дерпте и Митаве, его переписке с Н. и П. Фуссами (40 писем) с октября 1812 г. по декабрь 1834 г. Особо отмечена плодотворная деятельность Г. Паукера в Курляндском обществе литературы и искусства, основанном в 1815 г. по инициативе поэта Ульриха фон Шлиппенбаха в Митаве. Г. Паукер был первым членом этого Общества.

Рецензируемая книга – ценный вклад в историю астрономической нау-

ки, особенно в части истории развития в России математической астрономии (астрометрии) и ее приложений к геодезии (градусные измерения), результатом которых стало беспрецедентное по точности нахождение длины знаменитой “дуги меридиана Струве” и определение параметров общего земного эллипсоида (формы Земли). Она представляет большой интерес для профессиональных астрономов и геодезистов, а также для студентов астрономической и геодезической специальностей университетов и институтов. Ее следует прочитать всем, кто питает влечение к точным наукам и к их истории.

В.К. АБАЛАКИН,
член-корреспондент РАН

НОВЫЕ КНИГИ

Ода науке на примере космологии

Последние несколько лет стали эпохой триумфа теории космологической инфляции, объясняющей происхождение Вселенной. Эта теория зародилась в начале 1980-х гг. на уровне идей, моделей и сценариев, давших ряд четких проверяемых предсказаний. Сейчас благодаря прецизионным измерениям характеристик реликтового излучения, цифровым обзорам неба и другим наблюдениям эти предсказания подтверждаются одно за другим. В недавно изданной книге *Б.Е. Штерна “Прорыв за край мира”* (научный редактор – академик В.А. Рубаков; М.: Троицкий вариант, 2014) отраже-



но развитие главных идей космологии на протяжении последних ста лет, при этом главное внимание уделено теории космологической инфляции. Отметим, что это в некоторой степени коллективное произведение, так как содержит интервью с отечественными учеными – Андреем Лин-

де, Владимиром Лукашом, Вячеславом Мухановым, Алексеем Старобинским, внесшими решающий вклад в становление этой теории и снискавшими мировую известность.

В предисловии автор, известный ученый и общественный деятель, главный редактор популярного в научных кругах периодического издания “Троицкий вариант, наука”, объясняет выбор жанра как оду: “...тут намешано разное – научная фантастика, мемуары, публицистика, элементы учебника... конечно, оды нынче непопулярны и само слово дискредитировано... предмет воспевания – наука и ее люди – сейчас не в фаворе... и все же кто-то должен двигаться напрямик сквозь извивы времен...”.

“За последние тридцать с лишним лет наука добралась до края, – пишет Б.Е. Штерн, – за которым пока еще нечетко, словно

сквозь дымку или слой льда... видны грандиозные очертания того, что может оказаться новым уровнем мироздания". Впрочем, автор достаточно осторожен: "...не исключено, что часть предвещавшей картины – мираж... но даже в этом случае мираж захватывающе интересен и несет какой-то важный смысл... мы имеем в виду современную космологию и передовые рубежи физики микромира – два, казалось бы, противоположных направления, которые уже давно сошлись воедино в истоках Вселенной".

Книга состоит из четырех частей. В первой, "Предыстории", описывается переворот во взглядах людей на устройство Вселенной, который начался примерно в 1916 г. и закончился в середине 1960-х гг. В начале подробно представлена комфортная, но неправильная картина мира. Неправильная потому, что концепция вечной, бесконечной, в среднем неизменной Вселенной постепенно сложилась в XVI–XIX вв. и существовала до 1920-х гг. Первые трещины – "простые вопросы" – в картине мироздания появились уже в XIX в., например, почему небо ночью темное ("фотометрический парадокс Ольберса")? Автор просто и красиво проводит расчеты, показывая ограниченность (отсутствие бесконечности) Вселенной. Второе умозаключение, портящее картину, – "тепловая смерть"

Вселенной, согласно второму началу термодинамики. "Вечная" Вселенная в ее современном живом состоянии "хоть в ту, хоть в другую сторону по стреле времени невозможна". Третья проблема вечной неизменной Вселенной – гравитационная неустойчивость: любой объем вещества стремится сжаться под действием гравитации.

Несмотря на эти проблемы, многие ученые, особенно философы, долго верили в старую парадигму о вечной и бесконечной Вселенной. Про парадоксы все знали, но думали: "Как-нибудь рассосется – наука развивается и найдет выход из тупика".

Далее автор для аргументации развития земной космологии вводит в повествование гипотетическую разумную жизнь в океане подо льдом Европы – спутника Юпитера и развивает "космологию" европиан, которые в отличие от землян не видят неба.

В следующей части, "На подступах", автор описывает драматическую ситуацию в космологии в конце 1970-х гг. Научное сообщество давно было убеждено в том, что Вселенная произошла в результате Большого взрыва, но отсутствовало решение ряда фундаментальных вопросов и парадоксов, а это давало простор для рассуждений о божественном творении Вселенной.

В третьей части книги, "Прорыв", главной и по объему, и по смыслу, автор

описывает теорию космологической инфляции, или раздувающейся Вселенной, которая ответила на фундаментальные вопросы, разрешила парадоксы, касающиеся Большого взрыва, и находит все новые подтверждения. Мы переживаем триумф современной физики и вообще науки. Четвертая часть, "Большой фейерверк", ошеломляет читателя, поскольку развитие теории инфляции привело ученых к необычным выводам. Однажды начавшись, инфляция не может прекратиться и продолжается вечно (!), рождая новые вселенные. Вместо Большого взрыва получается большой, немислимый, бесконечный фейерверк вселенных.

Книга рассчитана на широкий круг читателей, хотя уровень сложности материала сильно отличается от главы к главе. Автор исходил из принципа: "Любой читатель – от школьника до физика-профессионала – сможет найти в книге то, что ему понятно и интересно". И все же "попытка представить огромное скопление галактик, спрессованное в сферу диаметром 10 мкм, перекручивает мозг в бараний рог. Человеку, далекому от космологии, это понять невозможно – здравый смысл протестует". Чтобы урезонить и примирить его с "невозможным", необходимо изучать естественные науки и читать хорошие научно-популярные книги, подобные этой книге Б.Е. Штерна.

Запуск метеоспутника “Метеор-М”

8 июля 2014 г. с космодрома Байконур с помощью РН “Союз-2.1б” с разгонным блоком “Фрегат” запущены метеоспутник “Метеор-М” № 2 (Россия) и шесть малых космических аппаратов “МКА-ФКИ”, “DX-1” (Россия), “AISSAT-2” (Норвегия), “SkySat-2” (США), “TechDemoSat-1” и “UKube-1” (Великобритания).

“Метеор-М” № 2 массой 2778 кг (масса полезной нагрузки – 1250 кг), выведен на близкую к солнечно-синхронной полярную орбиту (высота – 832 км, период обращения – 101 мин, наклонение – 98,8°). Спутник создан корпорацией ВНИИЭМ, он пополнил действующую отечественную орбитальную метеорологическую группировку. Напомним, что было создано несколько поколений космических аппаратов данной серии: “Метеор”, “Метеор-2”, “Метеор-3”, “Метеор-Природа”, “Метеор-3М”, “Метеор-М” № 1. Всего было запущено более 70 аппаратов. “Метеор-М” № 1 стартовал с космодрома Байконур 17 сентября 2009 г. и в настоящее время используется по целевому назначению.

“Метеор-М” № 2 оперативно получает глобальную гидрометеорологическую информацию для прогно-



Старт РН “Союз-2.1б” с космодрома Байконур. 8 июля 2014 г. Фото Роскосмоса.

за погоды, контроля озонового слоя и радиационной обстановки в околоземном космическом пространстве, мониторинга морской поверхности, определения ее температуры, включая ледовую обстановку, чтобы обеспечить судоходство в полярных районах. На спутнике работает аппаратура, получающая глобальные и локальные изображения облачности, поверхности Земли, ледового и снежного покрова, данные для определения температуры морской по-

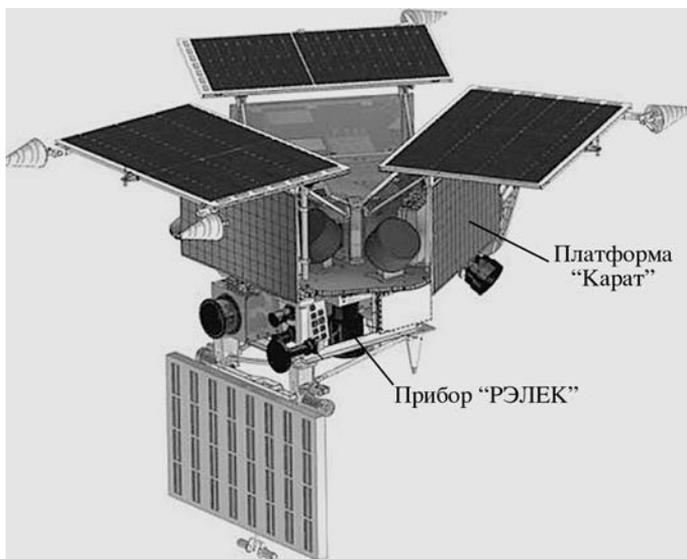
верхности и радиационной температуры подстилающей поверхности, радиолокационные изображения земной поверхности, информацию о распределении озона в атмосфере и его общего содержания, о гелиогеофизической обстановке в околоземном космическом пространстве. Срок активного существования аппарата составляет пять лет.

На борту российского малологаКА “МКА-ФКИ” массой 100 кг установлен научный прибор “РЭЛЕК” (реляти-



Расположение аппаратуры и систем на российском ИСЗ "Метеор-М" № 2. Рисунок Роскосмоса.

вистские электроны), разработанный в НИИЯФ МГУ и ФИАН в кооперации с отечественными и иностранными партнерами. Прибор создан в рамках программы Малые космические аппараты для фундаментальных космических исследований (МКА-ФКИ) на основе унифицированной платформы "Карат", созданной в НПО им. С.А. Лавочкина. В состав "РЭЛЕК" входят рентгеновский и гамма-спектрометр, детектор электронов, детектор ультрафиолетовых и оптических вспышек, прибор для получения оптического изображения с высоким временным разрешением,



Малый научный космический аппарат "МКА-ФКИ" с прибором "РЭЛЕК" на платформе "Карат". Рисунок НИИЯФ МГУ.

низкочастотные и радиочастотные анализаторы электромагнитного поля и радиоволн. “РЭЛЕК” предназначен для изучения высотных электрических разрядов, атмосферных транзиентных явлений (спрайты, голубые струи, эльфы), “высыпаний” релятивистских электронов из радиационных поясов Земли. Потоки энергич-

ных частиц, образовавшиеся в солнечных вспышках, могут стать причиной нарушения коротковолновой связи в высокоширотных районах, а также приводить к сбоям в навигационных системах, снижению точности систем глобальной навигации и позиционирования. Данные, получаемые с приборов “РЭЛЕК”, будут использованы

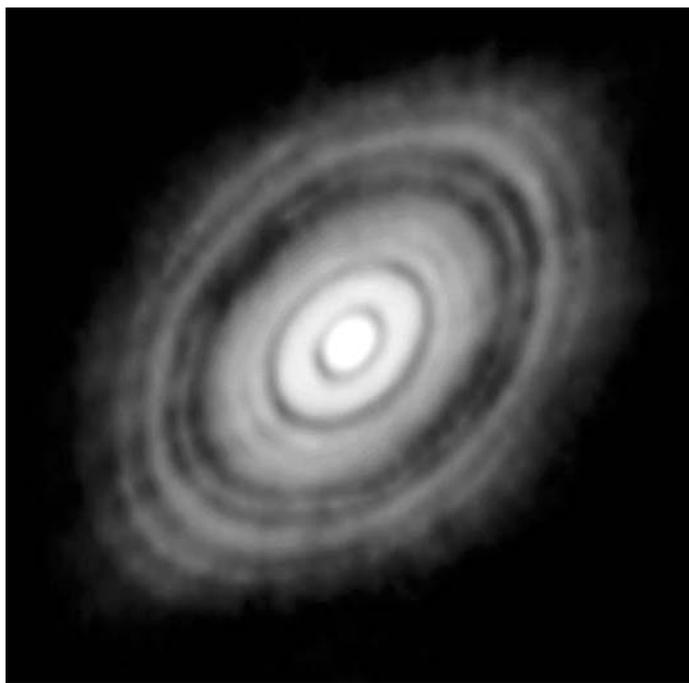
при тестировании моделей высотных атмосферных разрядов, исследовании кривых блеска и спектров атмосферных гамма-вспышек, проверке связи высыпаний магнитосферных электронов и низкочастотных электромагнитных волн.

Пресс-релизы Роскосмоса,
6 июля и 9 августа
2014 г.

Информация

Наблюдение образования планет

В октябре 2014 г. Атакамский большой миллиметровый телескоп ALMA чилийской обсерватории получил по программе исследования небесных тел с применением длинной базы (ALMA Long Baseline Campaign) уникальное изображение деталей протопланетного диска вокруг новорожденной звезды. Астрономы Европейской Южной Обсерватории и Национальной радиоастрономической обсерватории направили ALMA на молекулярное облако в созвездии Тельца, где находится звезда HL Тельца, расположенная примерно в 450 св. годах от Земли. Молодую звезду возрастом всего около миллиона лет окружает протопланетный диск в виде концентрических колец с явными признаками присутствия в них нескольких планет. Юные планеты разрушают диск и



Протопланетный диск вокруг молодой звезды HL Тельца. Видны структурные детали диска, которые никогда ранее не регистрировались. В концентрических кольцах формируются планеты. Изображение получено в октябре 2014 г. на телескопе ALMA. По данным ESO.

образуют в нем кольца, промежутки и дыры, заметные на данном снимке. Остается загадкой, как за короткий срок сформировались в диске массивные планеты. По-видимому, процесс образования планет может

идти быстрее, чем считалось. Изучение этой системы, вероятно, сделает более понятным процесс образования Солнечной системы.

Пресс-релиз ESO,
11 ноября 2014 г.

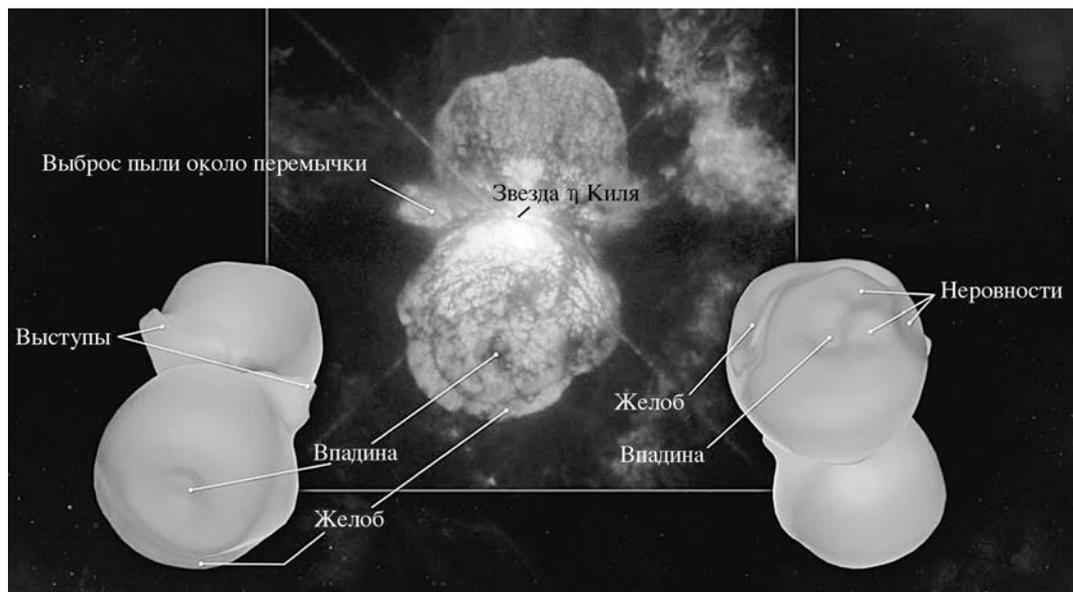
Модель двойной системы η Киля

Ученые из Бразилии, Мексики, США, Чили и Швейцарии представили компьютерную 3D-модель туманности Гомункул. В ее центре есть перемилька, в которой находится необычная звезда – η Киля класса LBV. Это массивная гравитационно-связанная звездная система, состоящая из гипергиганта – яркой голубой нестабильной переменной (масса – $120 M_{\odot}$, радиус – $240 R_{\odot}$) и горячего голубого сверхгиганта (масса – $30 M_{\odot}$, радиус – $24 R_{\odot}$), расположенной в 7500 св. лет

от нас. Она находится внутри биполярной туманности Гомункул размером около 1 св. года, температура ее внешних слоев – 3×10^6 К, расширяющихся со скоростью 650 км/с. Туманность Гомункул входит в состав эмиссионной туманности NGC 3372 Киля (ESO 128-EN13). Каждые 5,5 лет звезды η Киля сближаются, расстояние между ними составляет 1,5 а.е. Такое сближение звезд приводит к образованию мощного оттока газа с меньшей звезды на большую. В результате взрывов между 1838 г. и 1845 г. образовалась двухлопастная структура туманности Гомункул. Для создания модели использовались данные наблюдений, полученных с помощью телескопа VLT Европейской Южной Обсерватории и спектро-

графа X-Shooter в видимом, ближнем инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах. Модель воспроизводит основные особенности системы η Киля, взрыва звезд и сброса их фотосферы массой $10 M_{\odot}$ в окружающее пространство, особенности геометрии звезд, обусловленные характером их взаимодействия. Используя 3D-модель, ученые надеются понять, какие процессы происходят внутри туманности Гомункул и при взрыве звезд. Считается, что эволюция звезд в этой туманности закончится в ближайшие несколько миллионов лет вспышкой сверхновых.

Пресс-релизы NASA,
ESO,
9 июля 2014 г.



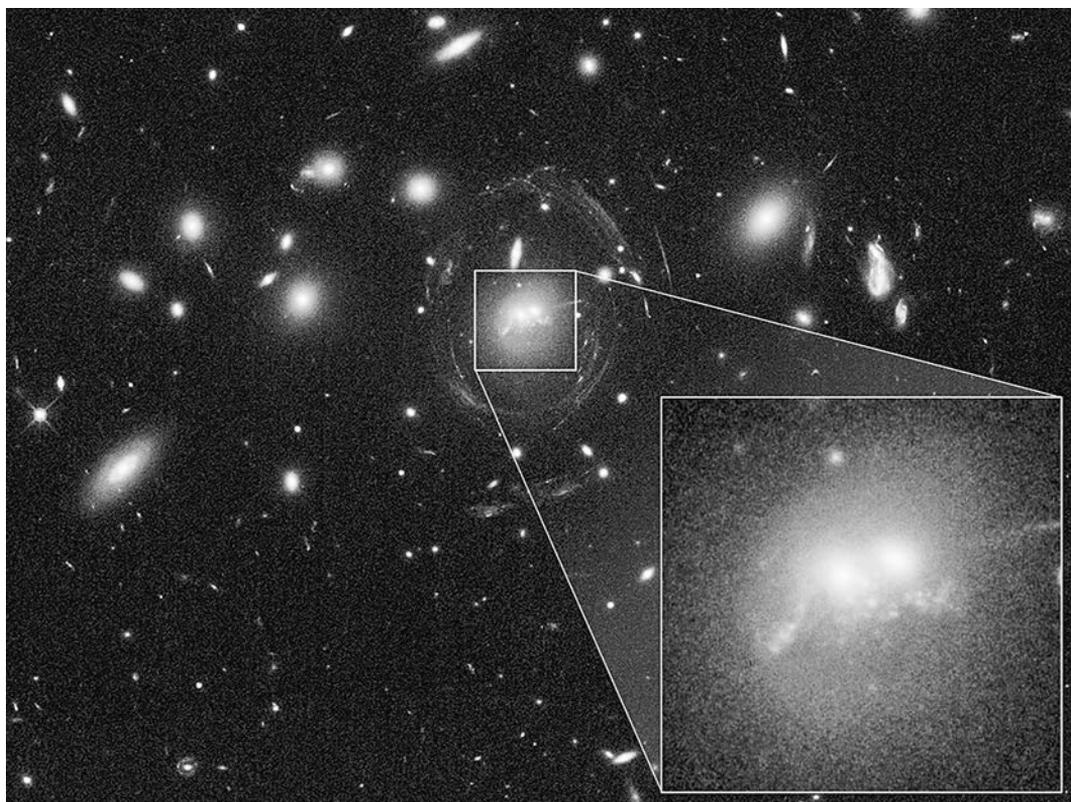
Двухлопастная биполярная туманность Гомункул, в ее центре – двойная система η Киля. Справа и слева – трехмерная модель туманности, в центре – ее изображение, полученное в сентябре 1995 г. КТХ. Рисунок и фото ESO.

КТХ: слияние двух галактик

В июле 2014 г. КТХ сфотографировал необычную структуру длиной 100 тыс. св. лет, напоминающую спиральную нить из звезд вокруг ядер двух взаимодействующих древних эл-

липтических галактик. Эти гигантские галактики располагаются глубоко внутри плотного сверхскопления галактик SDSS J1531 + 3414. Молодые небольшие скопления звезд в виде синих шаровых образований распределены равномерно по всей цепочке между галактиками на расстоянии 3000 св. лет друг от друга. Мощная гравитация сверхскопления SDSS J1531 + 3414 деформирует изображение галактик в виде ярких полос и дуг, создавая эффект гравитационного линзирования. Уникальная структура звездной

спирали поможет ученым разобраться, как формируются звездные сверхскопления в результате слияния галактик и происходящих в них газодинамических процессов. По одному из сценариев, такая структура могла возникнуть из-за подпитки холодным молекулярным газом сливающихся галактик от вспышек звездообразования. Другой сценарий: газ охлаждается ультрагорячей атмосферой плазмы, окружающей галактики и формирующей резервуары холодного молекулярного газа, где начинается процесс



Структура двух взаимодействующих гигантских эллиптических галактик в сверхскоплении SDSS J1531+3414. Между галактиками протянулась цепочка небольших молодых скоплений звезд (во врезке). Фото NASA.

звездообразования. Третий сценарий состоит в том, что холодный газ, питающий цепочку формирующихся звезд, образован высокотем-

пературной ударной волной, вызванной взаимодействием двух огромных эллиптических галактик. При столкновении газ сжимается, и

создается оболочка плотной остывающей плазмы.

Пресс-релиз NASA,
10 июля 2014 г.

Информация

На Марсе найдены следы микробов?

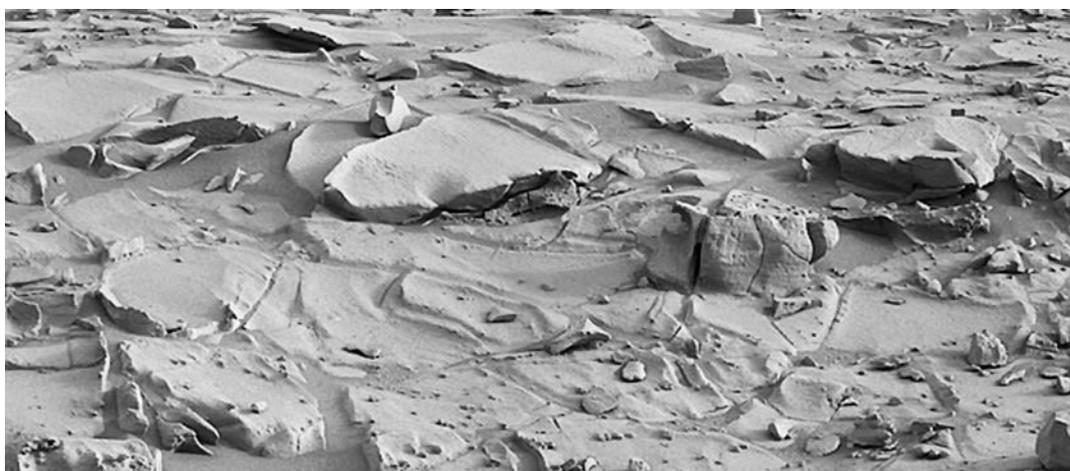
В сентябре 2014 г. марсоход “Кьюриосити” достиг подножия горы Шарпа и приступил к выполнению основной научной программы (Земля и Вселенная, 2015, № 1). Геологи выбрали место для бурения грунта, привлекающее внимание ученых необычно гладкой поверхностью и светлым цветом. Это результат сильной корразии (процесс обтачивания горных пород

обломочными абразивными материалами – водой, ветром, льдом). 23 сентября марсоход зачистил щеткой участок поверхности скальных пород на Холмах Парампа (Pahrump Hills) и сделал две скважины – одну пробную, вторую полноценную глубиной около 7 см. Сложные органические соединения на глубине около 5 см на Марсе способны сохраняться до 1 млрд лет. Здесь предполагали найти минералы с высоким содержанием кремния или его оксидов, но неожиданно обнаружили отложения гематита в виде шариков.

“Кьюриосити” провел весь комплекс исследований с помощью спектрометров, макрокамеры, хромотографа и рентгеновского

дифрактометра. 6 ноября опубликованы результаты кристаллографического анализа. Сравнивали глинистый образец, добытый 1,5 года назад, и свежий – с гематитом. По одной из гипотез, гематит формируется в водоемах вследствие жизнедеятельности хемолитотрофных бактерий (микрорганов, разлагающие минеральные соединения). Скорее всего, овраги Холмов Парампа когда-то были дном древней реки. Если происхождение гематита биогенное, то содержание органических соединений в грунте повышенное. Это сможет определить прибор SAM на марсоходе.

Пресс-релиз NASA,
6 ноября 2014 г.



Фрагмент оврага у склона горы Эолида (Шарпа) в кратере Гейла, где марсоход “Кьюриосити” нашел гематит. Снимок сделан 23 сентября 2014 г. Фото NASA.

42-я основная экспедиция на МКС

Напомним, что экипажи 40-й и 41-й основных экспедиций (МКС-40/41) стартовали 26 марта и 28 мая 2014 г. на КК “Союз ТМА-12М и -13М” (Земля и Вселенная, 2015, № 1). 11 сентября и 10 ноября 2014 г. спускаемые аппараты кораблей “Союз ТМА-12М” с экипажем МКС-40 – А.А. Скворцов, О.Г. Артемьев (Россия), С. Свонсон (США) и “Союз ТМА-13М” с экипажем МКС-41 – М.В. Сураев (Россия), Р. Вайзман (США) и А. Герст (ESA, Германия) благополучно приземлились юго-восточнее г. Джезказган (Казахстан). Время работы экипажей МКС-40 и МКС-41 – 169 сут 05 ч и 165 сут 07 ч соответственно.

26 сентября 2014 г. с космодрома Байконур стартовала РН “Союз-ФГ” с КК “Союз ТМА-14М”. Его пилотировал экипаж 42-й основной экспедиции: командир корабля А.М. Самокутяев, бортинженер-1 Е.О. Серова (Россия), командир МКС-42 и бортинженер-2 Б. Уилмор (США). Через 5 ч 50 мин после старта корабль в автоматическом режиме состыковался с модулем “Рассвет” (МИМ-1). Полет экипажа МКС-42 рассчитан на 169 сут, посадка КК “Союз ТМА-14М” намечена на 12 марта 2015 г. По два

полета выполнили А.М. Самокутяев и Б. Уилмор, Е.О. Серова – впервые в космосе.

Александр Михайлович Самокутяев (518-й астронавт мира, 109-й космонавт России) родился в 1970 г. в Пензе, военный летчик 3-го класса. В 1987 г. поступил в Пензенский политехнический институт, но через год стал учиться в Черниговском высшем военном авиационном училище летчиков, которое окончил в 1992 г. Затем служил военным летчиком на Дальнем Востоке, полковник ВВС. В 1998–2000 гг. обучался в Военно-воздушной академии им. Ю.А. Гагарина. В 2003 г. зачислен в отряд космонавтов ЦПК. **Елена Олеговна Серова** (537-й астронавт мира, 119-й космонавт России) родилась в 1976 г. в с. Воздвиженка Приморского края. В 2001 г. окончила аэрокосмический факультет МАИ по специальности “инженер-испытатель”. В 2003 г. получила второе высшее образование в Московской государственной академии приборостроения и информатики по специальности “экономист”. В 2001–2004 гг. работала в РКК “Энергия” им. С.П. Королёва в главной оперативной группе управления ЦУП. В 2006 г. зачислена в отряд космонавтов РКК “Энергия”. **Барри Уилмор** (Barry E. Wilmore; 505-й астронавт мира, 325-й астронавт США) родился в 1960 г. в г. Мурфисборо (штат Теннесси). С 1985 г. служил офицером и летчиком ВМС, участвовал в крупных военных операциях. В 1992 г. окончил школу лет-

чиков-испытателей. В 1994 г. получил степень магистра по электротехнике и авиационным системам в Технологическом университете штата Теннесси. До 2000 г. служил инструктором в школе летчиков-испытателей на базе ВВС Эдвардс (штат Калифорния), имеет звание капитан 1-го ранга ВМС США. В 2000 г. зачислен в отряд астронавтов NASA.

В экспедиции МКС-42 предполагается принять грузовые корабли “Прогресс М-25М и -26М”, “Дрэгон-5 и -6” (США), завершить работы с европейским “грузовиком” ATV-5 “Жорж Леметр”, выполнить 59 экспериментов по восьми направлениям: 15 – технология, 14 – биология и биотехнология (в том числе 2 новых), 13 – медицина (в том числе 4 новых), 8 – исследование природных ресурсов и космического пространства, 5 – образование и популяризация космических исследований, 2 – физико-химические исследования и материалы, по одному – контрактные и по договору с NASA.

24 ноября 2014 г. запущен КК “Союз ТМА-15М” с экипажем 42/43-й основной экспедиции: командир корабля А.Н. Шкаплеров (Россия), бортинженер-1 С. Кристофретти (ESA, Италия), бортинженер-2 и командир МКС-43 Т. Вёртс (США). Через 5 ч 53 мин успешно осуществлена стыковка в автоматическом режиме с модулем “Рассвет” (МИМ-1). Продолжительность полета экипажа МКС-42/43 – 169 сут, посадка КК “Союз ТМА-15М” намечена на

12 мая 2015 г. У А.Н. Шкаплерова и Т. Вёртса это второй полет, С. Кристофоретти совершает первый полет.

Антон Николаевич Шкаплеров (521-й астронавт мира, 111-й космонавт России) родился в 1972 г. в Севастополе, военный летчик 2-го класса, имеет квалификацию “офицер-водолаз”, полковник ВВС. В 1989–1992 гг. учился в Черниговском высшем военном авиационном училище летчиков, переведен в Качинское высшее военное авиационное училище летчиков им. А.Ф. Мясникова, которое окончил с отличием в 1994 г. Служил в частях ВВС, в 1998–2003 гг. – старший летчик-инструктор пилотажной группы “Небесные гусары”. В 1997 г. окончил Военно-воздушную инженерную академию им. Н.Е. Жуковского, в 2006–2009 гг. учился в Российской академии государственной службы при Президенте РФ. В 2003 г. зачислен в отряд космонавтов ЦПК. **Тэрри Вёртс** (Terry Virts; 509-й астронавт мира, 329-й астронавт США) родился в 1967 г. в г. Балтимор (штат Мэриленд), полковник ВВС США. После окончания в 1989 г. Академии ВВС США получил степень бакалавра по математике. Служил летчиком в эскадрилье тактических истребителей во Флориде, затем в 1993–1994 гг. в Южной Корее и в 1995–1998 гг. в Германии. В 1997 г. получил степень

магистра по аэронавтике в Университете аэронавтики Эмбри-Риддл. После окончания в 1999 г. школы летчиков-испытателей ВВС США служил на базе Эдвардс, был руководителем программы полетов астронавтов на тренировочном самолете Т-38. В 2000 г. зачислен в отряд астронавтов NASA. **Саманта Кристофоретти** (Samantha Cristoforetti; 538-й астронавт мира, астронавт ESA, 6-й астронавт Италии) родилась в 1977 г. в Милане. В 2001 г. окончила Технический университет в Мюнхене и получила степень магистра наук в области машиностроения. В 2003–2004 гг. прошла обучение в Высшей школе аэронавтики и космических исследований в Тулузе, а затем в Российском химико-технологическом университете им. Д.И. Менделеева в Москве. В 2005 г. получила степень бакалавра по аэронавтике в Университете Федерико Второго в Неаполе. В том же году с отличием окончила Военное авиационное училище ВВС Италии, капитан. Служила летчиком-истребителем итальянских ВВС. В 2005–2006 гг. прошла подготовку по программе летчиков реактивных самолетов стран НАТО на авиабазе Шепард (штат Техас). В 2007–2008 гг. служила пилотом и заместителем командира бомбардировочного авиаполка в Италии. В 2009 г. зачислена в отряд астронавтов ESA.

В программу МКС-42/43 включены два выхода в открытый космос, прием грузовых кораблей “Прогресс М-27М”, НТВ-5 “Конотори” (Япония) и “Сигнус-4” (США), выполнение 46 экспериментов по пяти направлениям: по 12 – технология биология и биотехнология (в том числе новые – “Прибой”, “Биопленка”, “Феникс”), 10 – исследование природных ресурсов и космического пространства, 7 – материаловедение, 4 – образование и популяризация космических исследований, 1 – физико-химические процессы.

24 ноября 2014 г. – 12 марта 2015 г. на борту МКС работала 42-я основная экспедиция (см. стр. 2 обложки, вверху) в составе: А.М. Самокутяев, Е.О. Серова, А.Н. Шкаплеров (Россия), Б. Уилмор, Т. Вёртс (США) и С. Кристофоретти (ESA, Италия).

На 28 марта 2015 г. намечен старт КК “Союз ТМА-16М” с экипажем 43-й основной экспедиции на МКС – Г.И. Падалка, М.Б. Корниенко (Россия) и С. Келли (США). М.Б. Корниенко и С. Келли будут работать на станции по программе годового полета (МКС-43/47) до марта 2016 г. (Земля и Вселенная, 2013, № 4, с.68).

По материалам Роскосмоса, ЦУП-М и NASA,
сентябрь – декабрь
2014 г.

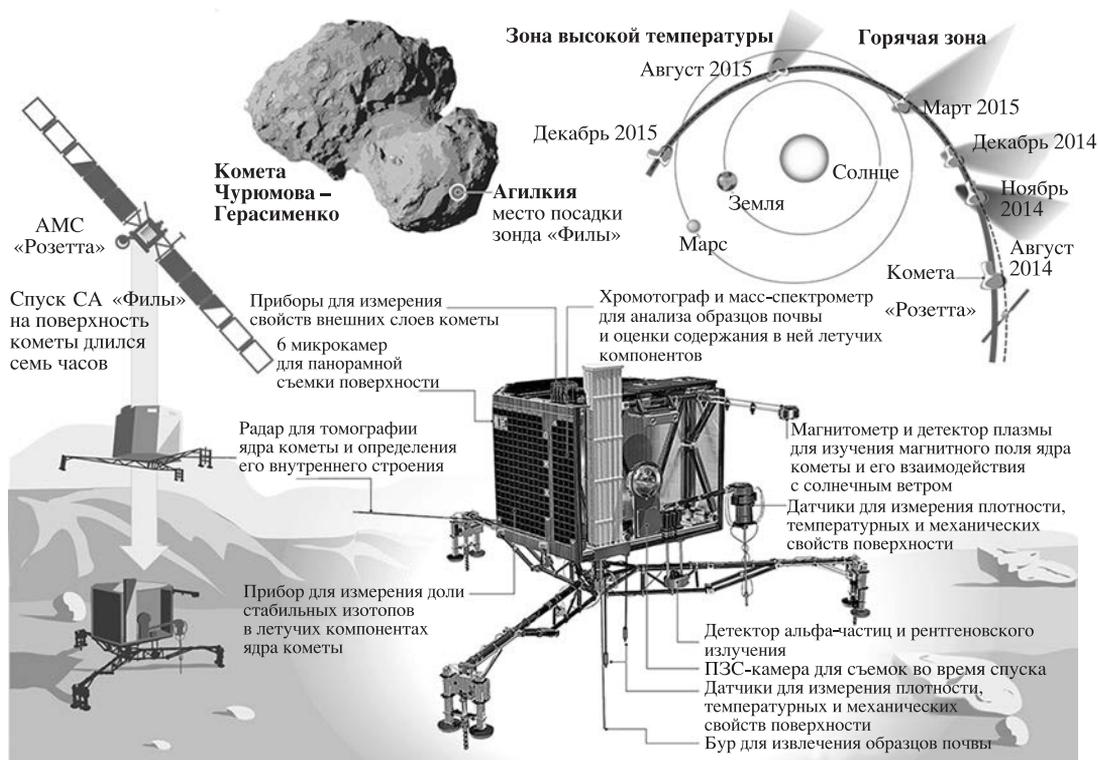
Первые исследования на комете

12 ноября 2014 г. спускаемый аппарат «Филы» («Philae») АМС «Розетта» («Rosetta», ESA) совершил посадку на ядро кометы 67P/Чурюмова – Герасименко (см. стр. 1 обложки). Место приземления – бывшая область J, район Агилкии (Agilkia). Так называется остров в низовьях Нила, куда был перенесен храм Иисиды с о. Филы. Это первая мягкая посадка КА на комету (Земля и Вселенная, 2015, № 1). Операция

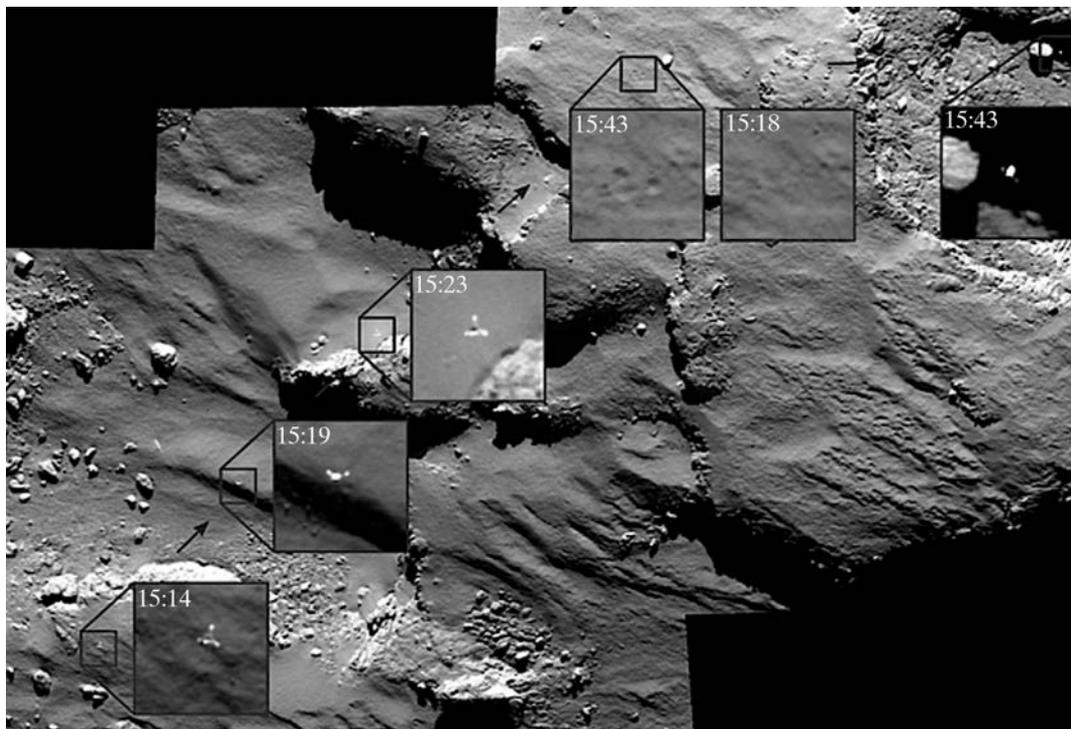
проходила на расстоянии 510 млн км от Земли, до Центра управления сигнал шел почти 28 мин. Напомним, что комета Чурюмова – Герасименко семейства Юпитера движется по гелиоцентрической орбите со скоростью 18 км/с (период обращения – 6,5 лет), перигелий пройдет 13 августа 2015 г. Ядро кометы ($1,3 \times 3,2 \times 4,1$ км) неправильной формы состоит из соединенных перешейком большей и меньшей частей. Вращение ядра кометы медленное: один оборот за 12 ч 36 мин. Рельеф поверхности сложный, это скалы, отдельные многометровые валуны, слои песка, пыли и мелкого гравия, следы провалов, вы-

званных сублимацией под-поверхностного материала.

В этот день за 2 ч до отделения спускаемого аппарата АМС «Розетта» выполнила маневр, чтобы направить его на комету. «Филы» массой 85 кг расстыковался со станцией на расстоянии 22,5 км от ядра кометы и в течение 7 ч 28 мин спускался на него со скоростью 18,7 см/с. Гравитация кометы в 10 тыс. раз меньше, чем на Земле, поэтому необходимо было закрепиться на ее поверхности, чтобы не улететь в космос. С этой целью аппарат оснащен двумя гарпунами и микродвигателем. В момент касания три опоры аппарата должны были принять на себя удар,



Размещение научной аппаратуры на спускаемом аппарате «Филы» и траектория полета АМС «Розетта». Рисунок ESA.



Ядро кометы Чурюмова – Герасименко. Мозаика снимков разрешением 28 см, сделанных 12 ноября 2014 г. камерой OSIRIS в течение 30 мин перед первым касанием спускаемого аппарата “Филы” поверхности кометы. Во врезках – области размером 17 × 17 м. Время приведено по Гринвичу. Фото ESA.

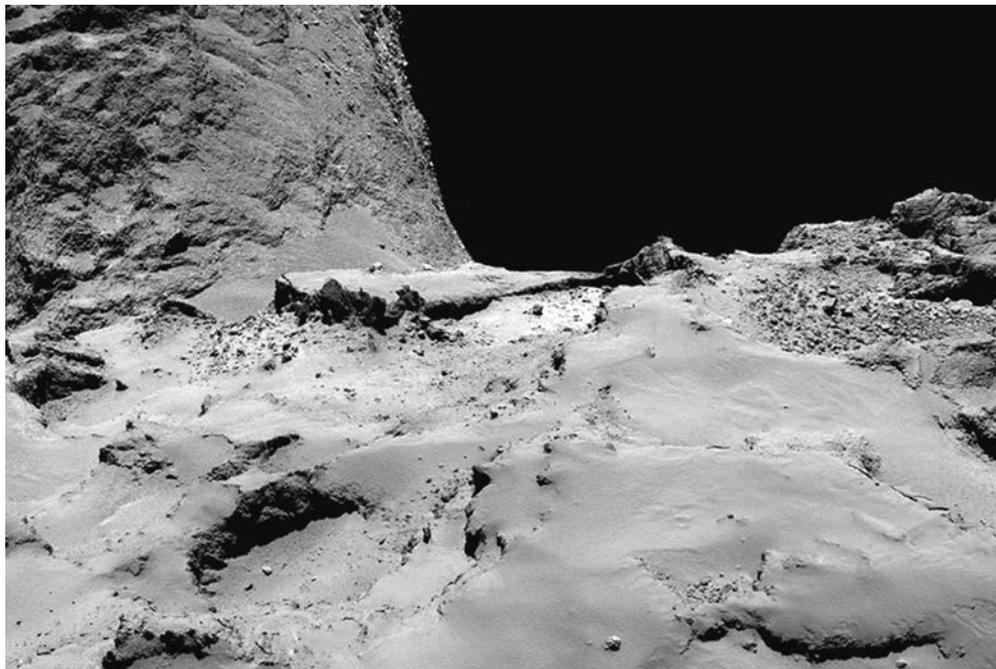
а гарпуны – надежно закрепить на поверхности ядра. Двигатель скомпенсирует импульс от гарпунов и прижмет спускаемый аппарат к комете. Затем “Филы” выполнит программу исследований.

Между тем события пошли не так, как планировалось. Во время спуска на комету “Филы” медленно вращался вокруг своей оси, делая оборот за 5 мин. После успешного раскрытия и выпрямления опор, разворачивания штанги с магнитометром и прибором для измерения плазмы вращение аппарата замедлилось до оборота в 8,5 мин. За 2 ч до предполагаемого времени посадки было зафиксиро-

вано соприкосновение с поверхностью кометы. После первого касания аппарат отлетел на несколько сот метров от ядра и сильно раскрутился, делая оборот за 13 с. Через 40 мин посадочный аппарат столкнулся с деталью рельефа. Во второй раз “Филы” коснулся поверхности только одной опорой, задев ею кромку кратера, и стал кувыркаться. Гироскопы в последний момент стабилизировали полет, и через 1 ч 15 мин аппарат коснулся поверхности снова – сначала одной опорой, потом всеми тремя, передав сигнал приземления. Затем через 6 мин “Филы” пролетел еще несколько метров и окончательно сел на поверх-

ность ядра, но находился в неустойчивом положении. Посадка произошла в скалистой местности на крутом склоне утеса в тени, что привело к проблеме с зарядом его солнечных батарей. Они освещались лишь 1,5 ч, тогда как аппарату необходимо получать свет в течение 6–7 ч. Несмотря на нештатную посадку и недостаток электроэнергии, почти вся основная научная программа была выполнена.

Согласно плану, “Филы” передал снимки поверхности, с помощью бура взял пробы вещества кометы, детекторы измерили состав приповерхностных газов и слоев грунта, количество тяжелой воды (водород



Поверхность ядра кометы Чурюмова – Герасименко. Снимок сделан 12 ноября 2014 г. спускаемым аппаратом “Филы” сразу после посадки на комету (разрешение – 10 см). Фото ESA.

заменен изотопом дейтерия) по отношению к обычной воде, радар определил строение ядра кометы. Сразу после посадки была зарегистрирована температура -153°C , через полчаса гарпуны охладились еще на 10°C . Специалисты ESA считают, что это произошло вследствие остывания поверхности под действием тени от скалы либо из-за оседания холодной пыли, поднятой аппаратом при посадке. Перфоратор при бурении достиг глубины всего несколько миллиметров, ученые пришли к выводу, что поверхность кометы состоит из пыли толщиной 10–20 см и слоя очень прочного льда под ней. На большой глубине лед становится более пористым, о

чем свидетельствует общая низкая плотность ядра кометы, как выяснилось при сканировании радиоизлучением. Изучение химического состава воды на комете показало, что она отличается от земной. Ученые сделали заключение: воду на Землю доставили не кометы, а астероиды. Анализ вещества выявил присутствие органических молекул, в том числе углерода. Состав соединений может оказаться простым, например метан и метанол, или более сложным, как у аминокислоты. По этим данным можно будет судить, участвовали ли кометы в зарождении жизни на Земле или нет.

Менее 3 сут приборы спускаемого аппарата “Филы” исследовали поверхность коме-

ты Чурюмова – Герасименко. 15 ноября он перешел в “спящий” режим из-за истощения запаса энергии в аккумуляторах. АМС “Розетта” ретранслировала полученные данные на Землю. В ноябре станция стала перемещаться по сложной траектории вокруг кометы, удаляясь на расстояние до 50 км, 6 декабря перешла на 20-км круговую орбиту. Предполагается, что до декабря 2015 г. “Розетта” останется на орбите искусственного спутника кометы, чтобы выполнить мониторинг физико-химических процессов, происходящих на ее поверхности во время наибольшего сближения с Солнцем.

Пресс-релизы ESA,
12 ноября – 7 декабря
2014 г.

Ф.СП-1	АБОНЕМЕНТ		70336 <small>(индекс издания)</small>																								
	на <u>газету</u> журнал		<small>Количество комплектов</small>																								
Земля и Вселенная <small>(наименование издания)</small>			на ____ год по месяцам:																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">1</td><td style="width: 5%;">2</td><td style="width: 5%;">3</td><td style="width: 5%;">4</td><td style="width: 5%;">5</td><td style="width: 5%;">6</td><td style="width: 5%;">7</td><td style="width: 5%;">8</td><td style="width: 5%;">9</td><td style="width: 5%;">10</td><td style="width: 5%;">11</td><td style="width: 5%;">12</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12													<small>Количество комплектов</small>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																
Куда		<small>(почтовый индекс)</small>																									
Кому		<small>(фамилия, инициалы)</small>																									
			ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА																								
		70336 <small>(индекс издания)</small>																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"><small>ПВ</small></td> <td style="width: 33%;"><small>место</small></td> <td style="width: 33%;"><small>литер</small></td> </tr> </table>		<small>ПВ</small>	<small>место</small>	<small>литер</small>	на <u>газету</u> журнал																						
<small>ПВ</small>	<small>место</small>	<small>литер</small>																									
Земля и Вселенная <small>(наименование издания)</small>			на ____ год по месяцам:																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">1</td><td style="width: 5%;">2</td><td style="width: 5%;">3</td><td style="width: 5%;">4</td><td style="width: 5%;">5</td><td style="width: 5%;">6</td><td style="width: 5%;">7</td><td style="width: 5%;">8</td><td style="width: 5%;">9</td><td style="width: 5%;">10</td><td style="width: 5%;">11</td><td style="width: 5%;">12</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12													<small>Количество комплектов</small>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																
Куда		<small>(почтовый индекс)</small>																									
Кому		<small>(фамилия, инициалы)</small>																									

Дорогие читатели!

*Напоминаем, что подписаться на журнал
“Земля и Вселенная” вы можете с любого
номера по Объединенному каталогу
“Пресса России”
(I полугодие 2015 г.) во всех отделениях связи.
Подписаться можно и по Интернету,
воспользовавшись каталогом журналов
на сайте Почта России.
Подписной индекс – 70336.*

Заведующая редакцией Г.В. Матророва
Зав. отделом космонавтики и геофизики С.А. Герасютин
Художественные редакторы О.Н. Никитина, М.С. Вьюшина
Литературный редактор О.Н. Фролова
Оператор ПК Н.Н. Токарева
Корректор Г.В. Печникова
Обложку оформила О.Н. Никитина

Сдано в набор 13.01.2015. Подписано в печать 26.02.2015. Дата выхода в свет 13.03.2015

Формат $70 \times 100^{1/16}$ Цифровая печать
Уч.-изд.л. 12,3 Усл. печ.л. 9,1 Усл.кр.-отг. 3,9 тыс. Бум.л. 3,5
Тираж 415 Зак. 997 Цена свободная

Учредители: Российская академия наук, Президиум

Издатель: Российская академия наук. Издательство “Наука”

117997 Москва, Профсоюзная ул., 90

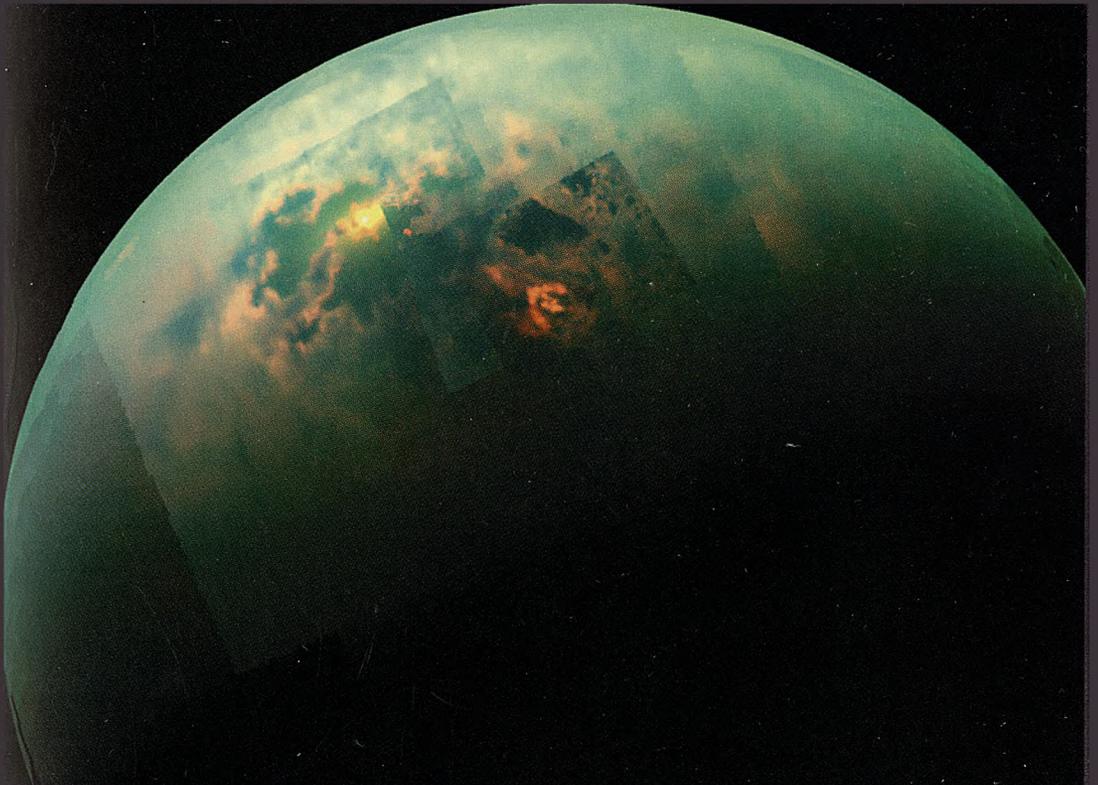
Адрес редакции: 119049, Москва, Мароновский пер., 26

Телефоны: (факс) (499) 238-42-32, 238-29-66

E-mail: zevs@naukaran.ru

Оригинал-макет подготовлен АИЦ “Наука” РАН

Отпечатано в ППП “Типография “Наука”,
121099 Москва, Шубинский пер., 6





"НАУКА"
Индекс 70336