

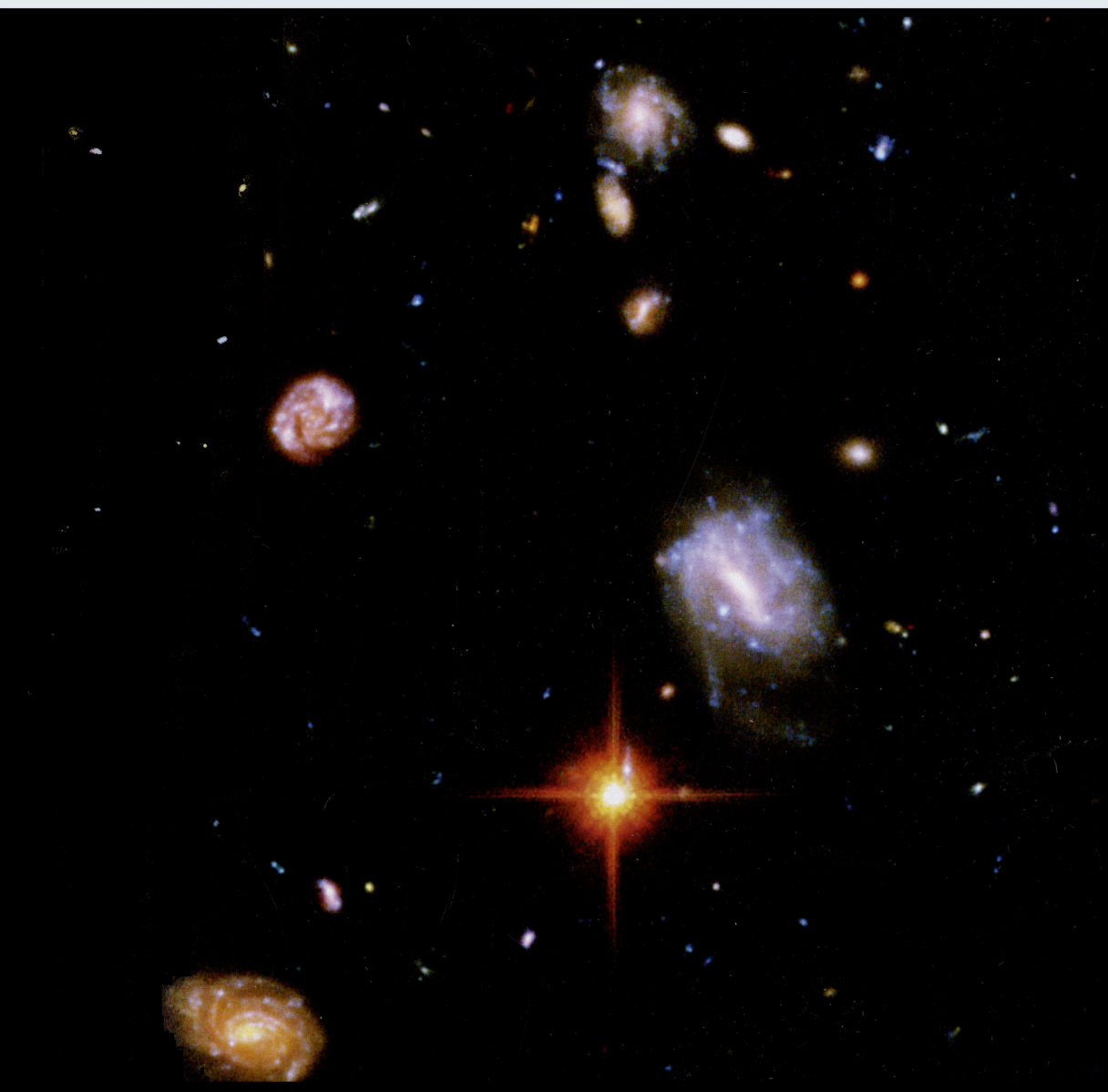
ISSN 0044-3948

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

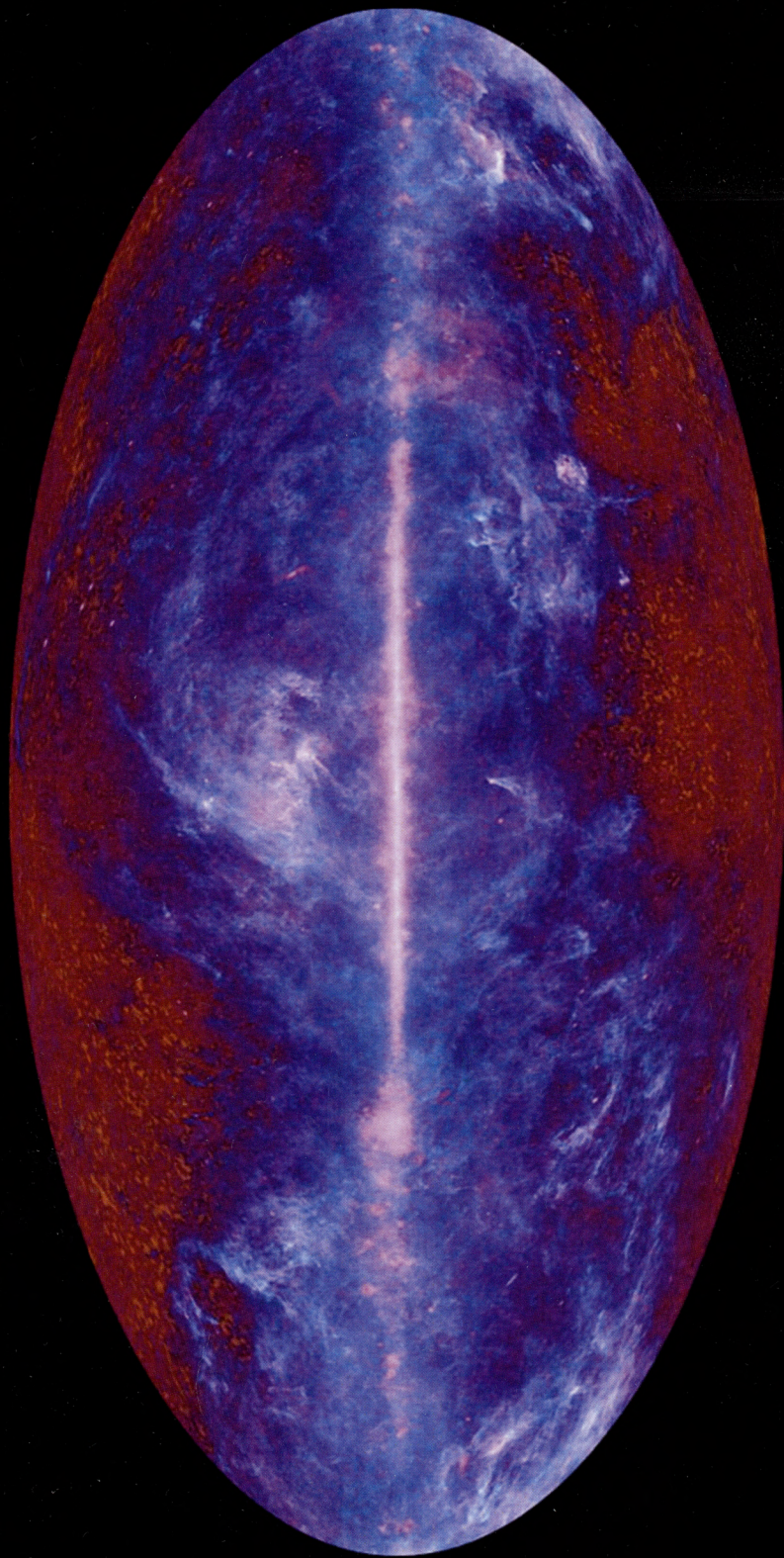
КОСМОНАВТИКА  
АСТРОНОМИЯ  
ГЕОФИЗИКА

НОЯБРЬ-ДЕКАБРЬ

6/2010



*Карта Млечного Пути*





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

6/2010



## Новости науки и другая информация:

Поздравляем юбиляра [16]; Солнце в июне – июле 2010 г. [37]; Капсула “Хаябуса” возвратилась на Землю [49]; Новый удар по Юпитеру [53]; “Розетта”: пролет вблизи астероида Лютеция [67]; Япония запустила к Венере две АМС [75]; Бурение ледниковой шапки Эльбруса [77]; Gliese 581 g – двойник Земли [102]; Полное солнечное затмение 11 июля 2010 г. [103]; Открыта уникальная звезда [107]; Обсерватория “Планк” фотографирует Галактику в микроволновом диапазоне [111]

## Новые книги:

Эволюция кометных орбит (О.В. Калиничева, В.П. Томапов. “Каталог орбитальной эволюции короткопериодических комет на интервале 5000 лет”) [104]; Прогноз развития космонавтики (“Космонавтика XXI века. Попытка прогноза развития до 2101 года”) [106]

## В номере:

- 3 ВЕСЕЛОВСКИЙ И.С. Обсерватория солнечной динамики  
17 СИЛЬЧЕНКО О.К. Космический телескоп им. Э. Хаббла – новая эпоха внегалактической астрономии (к 20-летию работы КТХ)

## ЛЮДИ НАУКИ

- 40 КОЗЕНКО А.В. Наум Ильич Идельсон (к 125-летию со дня рождения)

## СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 46 ОДИНЦОВА Д.Е. Конференция по проекту “Резонанс”  
50 ЗАХАРОВ В.И. Второй Международный симпозиум “Космос и глобальная безопасность человечества”

## АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 54 ЛЕВИТАН Е.П. Рождение “дошкольной астрономии”

## ПЛАНЕТАРИИ

- 61 ПАВЛОВА Н.Н. Барнаульский планетарий

## ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 68 ПЕЧЕРСКИЙ Д.М. Железо из космоса  
78 БУРНАШЁВ В.И. Об исследовании астроклимата Горного Алтая

## ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 91 ЧУЛКОВ Д.А. Небесный календарь: январь – февраль 2011 г.

## ХРОНИКА СЕЙСМИЧНОСТИ ЗЕМЛИ

- 98 СТАРОВОЙТ О.Е., ЧЕПКУНАС Л.С., КОЛОМИЕЦ М.В. Сейсмичность в первом полугодии 2010 г.  
108 Указатель статей и заметок, опубликованных в журнале “Земля и Вселенная” в 2010 г.



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 Edition V.K. Abalakin; Deputies Editors V.M. Kotlyakov, E.P. Levitan

**На стр. 1 обложки:** Участок неба площадью 2,4 угловой минуты в созвездии Печи из сверхглубокого обзора неба КТХ (HUDF), выполненного в 2003–2004 гг. На этом фрагменте видны очень слабые и очень древние галактики. Снимок сделан в сентябре – ноябре 2003 г. Фото NASA (к статье О.К. Сильченко).

**На стр. 2 обложки:** Карта Млечного Пути. Она составлена из снимков, сделанных европейской космической обсерваторией “Планк” в микроволновом диапазоне. Посередине мозаичного изображения – центр нашей Галактики. Самые холодные области окрашены в темно-красный цвет, наиболее горячие – в белый. Январь 2010 г. Фото ESA (к стр. 111).

**На стр. 3 обложки:** Новое падение астероида на Юпитер. Вверху – снимок, сделанный 3 июня 2010 г. астрономом-любителем Э. Уэсли (Австралия) с помощью 3556-мм телескопа системы Ньютона и фотокамеры с фильтрами. Отмечено место падения астероида. Внизу – снимок КТХ. 7 июня 2010 г. Отмечено место падения астероида и отдельно крупным планом показан след от его падения. Фото NASA (к стр. 53).

**На стр. 4 обложки:** Астероид Лютетия. Снимок сделан 10 июля 2010 г. европейской АМС “Розетта” с расстояния около 3200 км. Изображение в условных цветах. Фото ESA, NASA (к стр. 67).

#### **In This Issue:**

- 3 VESELOVSKY I.S. Solar Dynamics Observatory  
17 SIL'CHENKO O.K. Hubble Space Telescope – the new epoch of Extragalactic Astronomy (to the 20<sup>th</sup> anniversary of HST operation)

#### **PEOPLE OF SCIENCE**

- 40 KOZENKO A.V. Naum Il'ich Idel'son (to the 125<sup>th</sup> anniversary)

#### **SYMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES**

- 46 ODINTSOVA D.E. Conference on “Resonance” project  
50 ZAKHAROV V.I. The 2<sup>nd</sup> International Symposium “Space and Global Security of Humanity”

#### **ASTRONOMICAL EDUCATION**

- 54 LEVITAN E.P. Birth of the “Pre-School Astronomy”

#### **PLANETARIA**

- 61 PAVLOVA N.N. Barnaul Planetarium

#### **HYPOTHESES, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS**

- 68 PECHERSKY D.M. Iron from Space  
78 BURNASHEV V.I. On the studies of Astroclimate of Mountain Altay

#### **AMATEUR ASTRONOMY**

- 91 CHULKOV D.A. Celestial Calendar: January – February 2011

#### **CHRONICLE OF EARTH SEISMOLOGY**

- 98 STAROVOIT O.E., CHEPKUNAS L.S., KOLOMIETZ M.V. Seismicity in first half-year of 2010  
108 Index of Articles and Notes Published in “Earth and Universe” in 2010

#### **Редакционная коллегия**

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН  
Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ  
Зам. главного редактора доктор педагогических наук Е.П. ЛЕВИТАН  
доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН,  
академик Л.М. ЗЕЛЁНЫЙ,  
доктор филос. наук В.В. КАЗЮТИНСКИЙ,  
доктор физ.-мат. наук Л.И. МАТВЕЕНКО,  
член-корр. РАН И.И. МОХОВ, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ,  
член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ, доктор техн. наук Г.А. ПОЛТАВЕЦ,  
доктор геол.-мин. наук Г.И. РЕЙСНЕР,  
доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ,  
академик АН Молдовы А.Д. УРСУЛ, академик А.М. ЧЕРЕПАЩУК,  
доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО



## Обсерватория солнечной динамики

И.С. ВЕСЕЛОВСКИЙ,  
доктор физико-математических наук  
НИИЯФ МГУ, ИКИ РАН

---

**Американская “Обсерватория солнечной динамики” (“СДО”, “Solar Dynamics Observatory”) – первая космическая миссия по программе NASA “Жизнь со звездой”. Программа нацелена на изучение и понимание причин цикличности солнечной активности, ее влияния на Землю и околоземное космическое пространство. Для предсказания космической погоды**



**очень важно знать, как Солнце влияет на окружающее его пространство. Факторы космической погоды могут воздействовать на орбиты спутников и космических аппаратов, на работу электронной аппаратуры и космонавтов на Международной космической станции, на технические и биологические системы на Земле.**

ПРОГРАММА  
“ЖИЗНЬ СО ЗВЕЗДОЙ”

Согласно плану NASA, по этой программе предусматривается запуск двух групп космических аппаратов. В первую входят “Обсерватория солнечной динамики”, будущие космические обсерватории “Часовые” (“Sentinels”) для наблюдений Солнца и слеже-

ния за возмущениями, распространяющимися от него в гелиосфере, и “Солнечный зонд” (“Solar Probe”), который будет исследовать те участки в солнечной короне, где пока еще не производились прямые измерения. Вторая группа включает сеть геокосмических миссий, расположенных в магнитосфере и ионосфере для определения

отклика в них на солнечные и гелиосферные возмущения. В рамках программы будут также проводиться наземные научные и технологические исследования, анализ архивных данных с целью минимизировать возможные риски и сбои в работе космической техники вследствие изменяющихся условий в окружающей среде.



Американская “Обсерватория солнечной динамики”. Рисунок NASA.

Будут выполняться и теоретические работы, создаваться математические программы и модельные расчеты, чтобы понять, как функционирует система Солнце – Земля. В поле зрения программы войдут все аспекты космической погоды (Земля и Вселенная, 2000, № 3), в том числе ее влияние на физические процессы в околоземном пространстве и на самой Земле (связь, индуцированные электрические токи, коррозия металлов, радиация, движение спутников). Программа NASA “Жизнь со звездой” имеет международное значение. В большой консорциум участников эксперимента входят сотни специалистов из 34 научно-исследовательских организаций и университетов США и других стран.

Нынешние усилия ученых направлены на то, чтобы как можно боль-

ше и лучше узнать все необходимое о Солнце. Ведь это самая важная для нас звезда. Как КТХ обновил представления о дальних галактиках благодаря своим уникальным свойствам, так и “СДО” может внести существенный вклад в понимание загадочных капризов ближайшей к нам звезды. Программа “Жизнь со звездой” и научная аппаратура “СДО” разрабатывались и готовились на протяжении 20 лет. Они тщательно продуманы и спланированы во всех деталях, в особенности относительно приема, хранения, анализа и обработки информации.

#### УСТРОЙСТВО ОБСЕРВАТОРИИ И НАЧАЛО РАБОТЫ

Космический аппарат “СДО” массой 3100 кг, длиной 4,5 м и диаметром 2,2 м (с раскрытыми батареями – 6,5 м) снабжен системой ориентации и

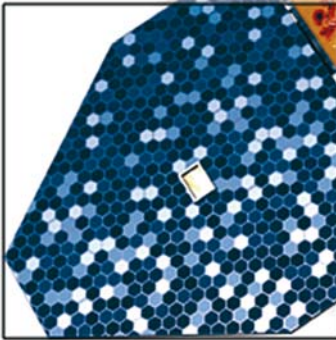
стабилизации по трем осям и двумя остронаправленными на Землю радиоантеннами. Панели солнечных батарей площадью 6,5 м<sup>2</sup> вырабатывают электроэнергию до 1540 Вт. Максимальная скорость непрерывной передачи информации – 130 Мбит/с (!) на частоте 26,6 ГГц. Чтобы обработать такой гигантский объем данных, вблизи города Лас Крусес в штате Нью-Мексико построили две приемные антенны диаметром 18 м. Центр управления полетом, расположенный в Гринбелте (штат Мэриленд), оснащен новым наземным оборудованием, специально созданным для успешного выполнения данной миссии и дальнейшей программы исследований.

11 февраля 2010 г. “СДО” запущена с помощью РН “Атлас-5” с космодрома Канаверал. После маневров, которые продолжались в течение месяца, через промежуточные низкие орбиты космический аппарат был выведен на более высокую орбиту с перигеем около 2600 км. Затем он достиг расчетного положения и находится на круговой геосинхронной орбите, наклоненной на 28,5° относительно пло-

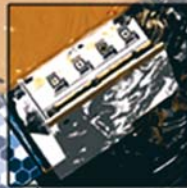
Набор приборов для получения изображений  
солнечной атмосферы AIA



Панель  
солнечной батареи



Комплекс для измерения  
переменности излучения  
в крайнем УФ-диапазоне EVE



Прибор для получения  
гелиосейсмических  
и магнитных  
изображений  
NMI

Радиоантенна  
высокого усиления



*Размещение научных приборов на космическом аппарате "СДО". Рисунок NASA.*

скости экватора на западной долготе  $102^\circ$  при удалении на 36 тыс. км от центра Земли. Выбор такой орбиты был продиктован условиями непрерывной передачи на Землю огромного потока

информации в реальном времени. Он достигнет примерно 1 Тбайт в сутки, это приблизительно в 50 раз больше, чем в прежних космических программах NASA. Недостаток выбранной орбиты – сложность и большая стоимость запуска по сравнению с низкоорбитальными КА.

В апреле 2010 г. "СДО" начала успешно

работать. Обсерватория измеряет спектральную радиацию Солнца в УФ-диапазоне с высоким временным разрешением и доплеровские сдвиги из-за колебаний на всей поверхности солнечного диска. Кроме того, по всей видимой поверхности регистрируются с высоким пространственным разрешением продольные и векторные





*Набор приборов AIA предназначен для изучения связи между процессами в атмосфере Солнца и его недрах. Изображения Солнца будут получаться одновременно на десяти длинах волн каждые 10 с. Фото NASA.*

магнитные поля. С помощью аппаратуры получают изображения хромосферы и короны с большим разрешением по времени и в нескольких диапазонах температур. Обсерватория “СДО” похожа на своего удачного предшественника долгожителя “SOHO”, который отлично проработал весь 23-й солнечный цикл и пока еще продолжает достаточно уверенно функционировать (Земля и Вселенная, 1997, № 2; 2003, № 3). Предполагается, что “СДО” будет передавать научную информацию на протяжении пяти лет, а возможно и вдвое дольше (то есть весь 24-й солнечный цикл) с беспрецедентной точностью и в небывалом до сих пор объеме. Скорее всего, мы находимся накануне серьезного уточнения и изменения наших представлений о Солнце, подобно тому как произошло радикальное изменение теорий об устройстве и эволюции

Вселенной благодаря работе космического телескопа им. Хаббла. Ожидаемая революция в научном сознании может оказаться даже гораздо более важной и глубокой, поскольку Солнце – ближайшая к нам звезда, о которой мы пока мало знаем.

#### ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ

“СДО” передает информацию о том, как формируется солнечная активность и как она влияет на космическую погоду. Основные данные касаются строения недр Солнца, магнитных полей на Солнце, горячей плазмы солнечной короны и ее излучений, которые создают ионосферу Земли и других планет. Главные задачи состоят в определении структуры и динамики магнитных полей. Предстоит выяснить, как происходит их генерация на Солнце, и ответить на вопрос о том, как преобразуется

накопленная магнитная энергия в энергию потоков солнечного ветра, энергичных частиц и переменность солнечного излучения.

“СДО” исследует важные свойства Солнца и солнечной активности – не все, но многие, причем разными способами и для нескольких целей одновременно. Например, прибор HMI измеряет скорость движения вещества на поверхности Солнца. Результаты измерений могут быть использованы для решения различных задач. Одна из них – определение скорости вращения Солнца, представляющего собой горячий газообразный шар с причудливыми внутренними движениями. После вычитания скорости вращения можно измерять скорость колебаний и конвективных движений, которые выглядят как множество грозовых или не очень грозовых облаков, покрывающих все Солнце. Картина напоминает ту, что мы видим у себя на Земле, но аналогия весьма отдаленная, потому что на Солнце движением облаков управляют переменные электрическое и магнит-

ное поля, а не только перепады атмосферного давления. Горячий газ движется вверх в центре магнитных ячеек. Поднимаясь, он охлаждается за счет излучения и затем стекает по краям ячеек. Размер конвективных ячеек различный. Солнечные пятна и их окружение со своими сильными магнитными полями влияют на всю сложную и не до конца понятную картину. Если смотреть на нее достаточно долго и очень внимательно, удастся различить удивительно правильные колебания Солнца как единого шара. Он гудит и звенит на множество голосов подобно хорошему колоколу. В его “звучании” скрыта ценная информация о строении и динамике невидимых недр Солнца. Анализом таких колебаний занимается гелиосейсмология, использующая специальные математические методы обработки изображений и их фильтрации от “постороннего шума” (Земля и Вселенная, 2000, № 3). Но все дело в том, что шум вовсе не посторонний для самого Солнца. Он собственный, как и сами колебания. Конвекция и колебания взаимно связаны, а связь предстоит выяснить.

Авторы проекта “СДО” надеются получить ответы на семь главных вопросов:

– каков механизм возбуждения и поддержания 11-летних квазипериодических колебаний

солнечной активности (магнитный цикл длится вдвое дольше);

– как формируется, концентрируется, “живет” и распадается магнитный поток активных областей, наблюдаемых на поверхности Солнца;

– как происходит взаимодействие мелкомасштабных и крупномасштабных полей и токовых систем и насколько такое взаимодействие важно для изменения топологии (процесс, который принято называть магнитным пересоединением), нагрева короны и ускорения солнечного ветра;

– где возникают наблюдаемые спектральные вариации солнечного крайнего ультрафиолетового излучения и как они связаны с циклами магнитной активности;

– какие конфигурации магнитного поля приводят к корональным выбросам массы, эруптивным протуберанцам, исчезающим волокнам, вспышкам, генерирующим энергичные частицы и жесткое электромагнитное излучение;

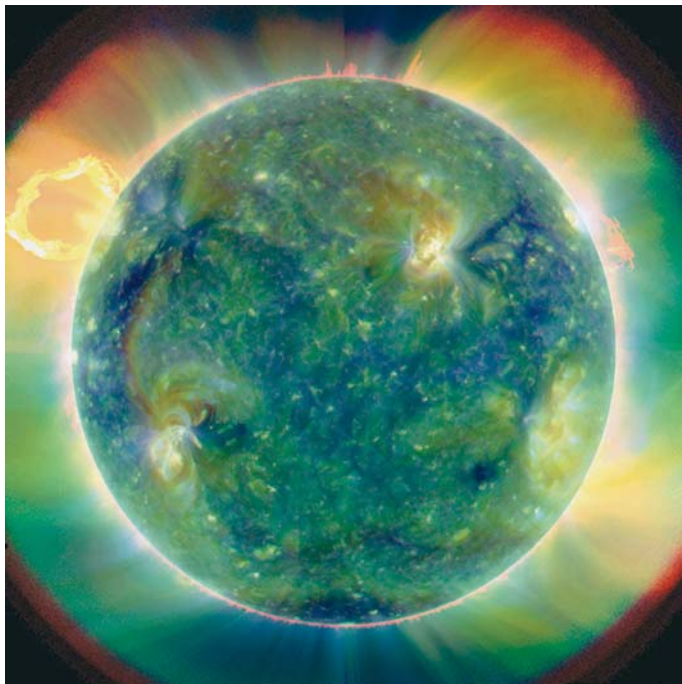
– можно ли определить структуру и динамику солнечного ветра около Земли по конфигурации магнитного поля и структуре солнечной атмосферы вблизи поверхности нашей звезды;

– когда будет повышена активность и можно ли добиться аккуратного и надежного прогноза космической погоды и климата.

Наблюдения магнитных полей на Солнце постоянно совершенствуются, а об измерениях солнечных электрических полей пока приходится лишь мечтать – настолько они сложны. Благодаря новым данным с более высоким пространственным, спектральным и временным разрешением будут получены некоторые косвенные сведения и об электрическом поле. Науке о Солнце еще предстоит пройти тот трудный путь, который уже прошла физика лабораторной плазмы и управляемого термоядерного синтеза. Как известно, в проблеме управляемого термоядерного синтеза первоначально недооценивалась роль электрических полей. На поверку они оказались одной из главных степеней свободы в сложном поведении неравновесной плазмы. Ни на один из поставленных семи вопросов не будет получен окончательный ответ, но каждый из них зазвучит по-новому. Осталось недолго ждать.

#### НАУЧНАЯ АППАРАТУРА

Научные приборы “СДО” разработаны и созданы так, чтобы можно было наблюдать солнечную атмосферу с высоким пространственным и временным разрешением одновременно на многих длинах волн в течение длительного времени. Ученые считают, что благодаря новым знаниям



*Солнце. На лимбе и диске Солнца видны эруптивный петельный протуберанец и другие динамические образования. Изображение получено 30 марта 2010 г. "СДО" с помощью набора приборов AIA в трех спектральных УФ-диапазонах. Фото NASA.*

и лучшему пониманию удастся прогнозировать влияние переменных солнечных процессов на жизнь на Земле и технические системы, созданные человеком. В состав научной аппаратуры входят три комплекса приборов:

- набор приборов для получения изображений солнечной атмосферы (Atmospheric Imaging Assembly, AIA);

- комплекс для измерения переменности излучения в крайнем ультрафиолетовом диапазоне (EUV Variability Experiment, EVE);

- прибор для получения гелиосейсмических и магнитных изображений (Helioseismic and Magnetic Imager, HMI).

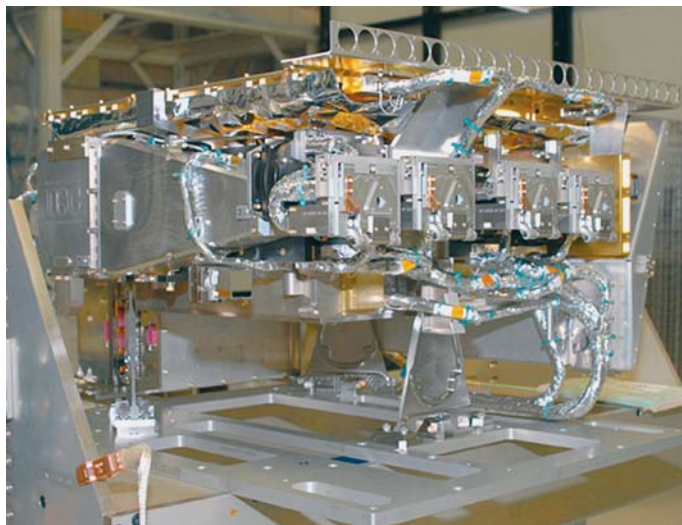
Измерения производятся одновременно всеми тремя комплексами, что дает возможность детально сопоставлять и получать качественно новую экспериментальную информацию. Данные передаются в единый научно-информационный центр. В таком сложном эксперименте достаточно качественная научная работа с данными возможна только при соответствующей консультации специалистов по приборам. Открыты специальные страницы в Интернете для научной и образовательной информации. Научный руководитель проекта – Д. Песнелл из Центра космических полетов им. Р. Годдарда NASA (Грин-

белт, штат Мэриленд), руководитель программы полета "СДО" – М. Гухатакурта из Штаб-квартиры NASA в Вашингтоне.

Рассмотрим научную аппаратуру и ее возможности подробнее. **Набор приборов AIA** состоит из четырех телескопов со сменными фильтрами и позволяет создавать изображения хромосферы и короны на расстояниях до  $1,3 R_{\odot}$  во многих длинах волн одновременно с угловым разрешением  $1,2''$  и разрешением по времени 10 с или даже лучше. Подобное устройство используется впервые, оно не имеет себе равных. Таким способом можно наблюдать плазму во всем диапазоне температур от десятков тысяч градусов до миллионов градусов по всему Солнцу и подробно следить за быстрыми и медленными изменениями ее параметров. Фотосферу Солнца исследуют в белом свете и в диапазоне  $1700 \text{ \AA}$ , хромосферу и переходную область – в спектральной линии водорода H $\alpha$  ( $304 \text{ \AA}$ ), переходную область и

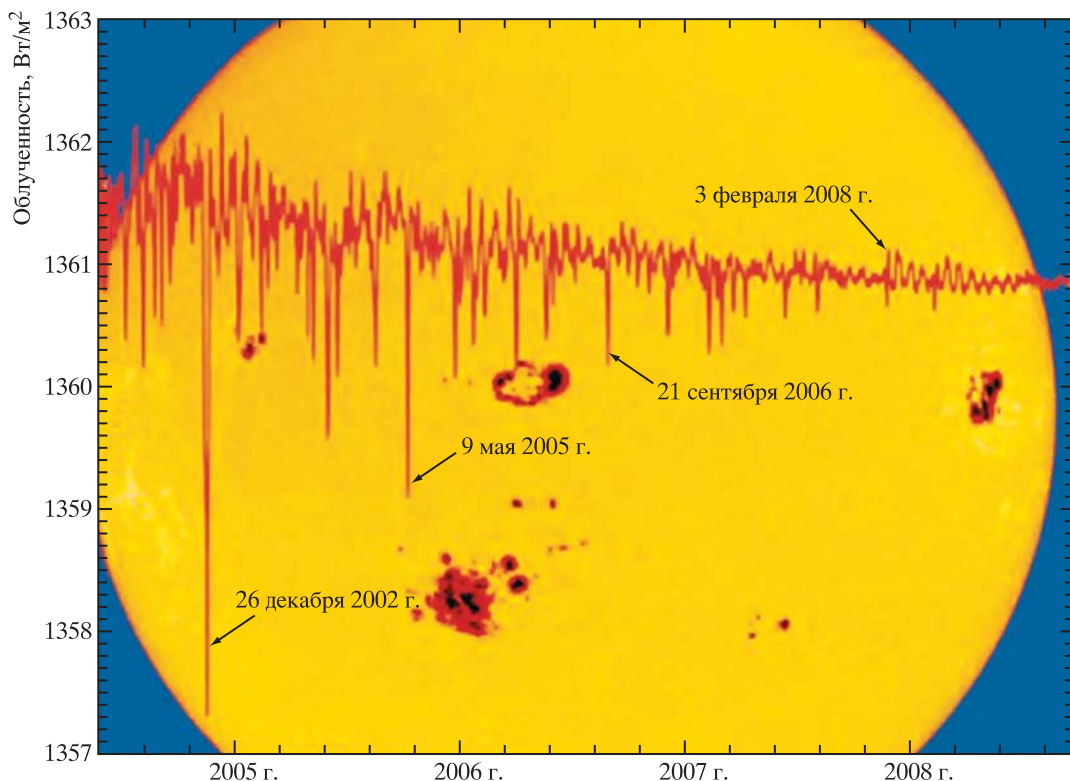


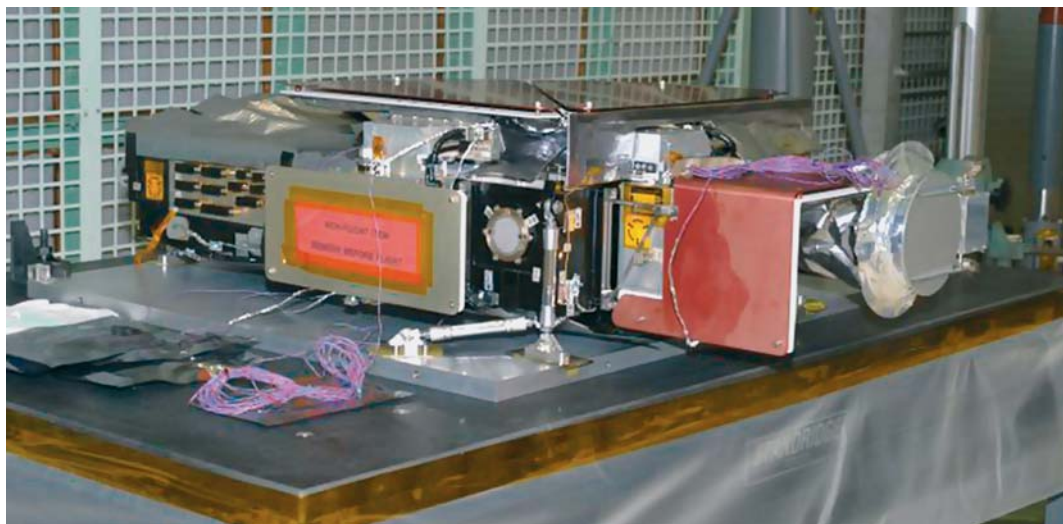
Приборный комплекс EVE для измерения переменной излучения Солнца в крайнем ультрафиолетовом диапазоне. Фото NASA.



верхнюю фотосферу – в линии углерода CIV (1600 Å), спокойную корону и верхнюю переходную область – в линии железа FeIX (171 Å), корону и горячую вспыхивающую плазму – в линиях крайнего ультрафиолета FeXII и FeXXIV (193 Å), корону активных областей – в линиях FeXIV и FeXVI (211 Å, 335 Å), вспыхивающие области (частично) – в линиях FeXVIII (94 Å), FeVIII, FeXX, FeXXIII

Изменение “солнечной постоянной”. В максимуме солнечной активности (2002) она примерно на 0,1% больше, чем в минимуме (2008). Когда на Солнце больше пятен, оно светит ярче. Увеличение происходит из-за возрастания яркости участков, окружающих пятна (факельные поля и “спокойные участки”).





(131 Å). Поглощение дает возможность получать изображения “холодного” хромосферного вещества внутри горячей короны. Основная цель измерений – использовать их вместе с данными других наблюдений для значительного улучшения нашего понимания физических процессов, ответственных за солнечную активность, проявляющуюся в атмосфере Солнца и влияющую на космическую погоду в гелиосфере и около планет. Необходимые данные будут применяться для количественного исследования эволюционирующего магнитного поля и параметров удерживаемой им плазмы в спокойных условиях, а также во время солнечных вспышек и эрупций. Магнитные поля в короне непосредственно не измеряются, а температурные поля сильно не-

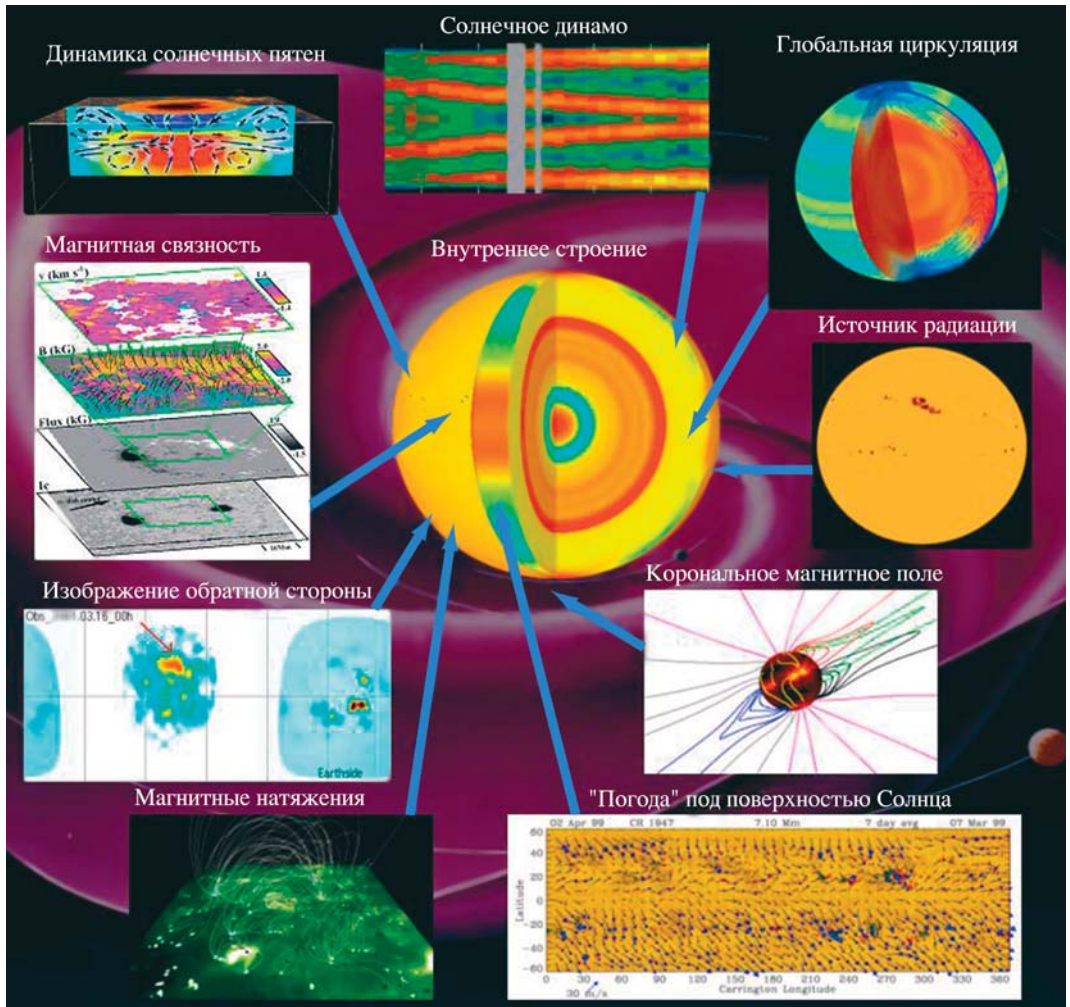
однородны и обладают большими градиентами главным образом поперек магнитного поля. На основе полученных сведений ученые хотят усовершенствовать способы прогноза для удовлетворения нужд, испытываемых сообществом пользователей программы “Жизнь со звездой”.

**Комплекс EVE** обладает более высоким временным (до 20 с) и спектральным (до 10 Å) разрешением по сравнению со всеми многочисленными использованными ранее приборами для подобных измерений. Основу комплекса составляет множественный спектрограф наклонного падения. Его рабочий диапазон 10–1050 Å охватывает большую часть излучения, нагревающего термосферу и создающего ионосферу Земли. Будучи интегральным инструментом,

*Прибор HMI, расширяющий возможности наблюдений параметров магнитного поля, включая его векторную величину на всем диске Солнца. Фото NASA.*

---

он “видит” не отдельные участки Солнца, а регистрирует излучение всей звезды в целом. В этом его недостаток, который в настоящее время очень трудно преодолеть. Абсолютно калиброванные и стабильные болометрические измерения крайне сложны даже в метрологических лабораториях, где используются стандартные источники излучения. Для уточнения и проверки показаний данного спектрально чувствительного инструмента предусмотрены бортовые эксперименты и запуски ракет с Земли с аналогичной аппаратурой, первый из



них состоялся 4 мая 2010 г. Из-за большой сложности подобных исследований, к которым предъявляются требования достаточно высокой точности (лучше 25%), ее стабильности и надежности на протяжении всего срока наблюдений, до сих пор ученым с большим трудом удавалось соединить разрозненные измерения на различных космических аппаратах в единое целое, которое

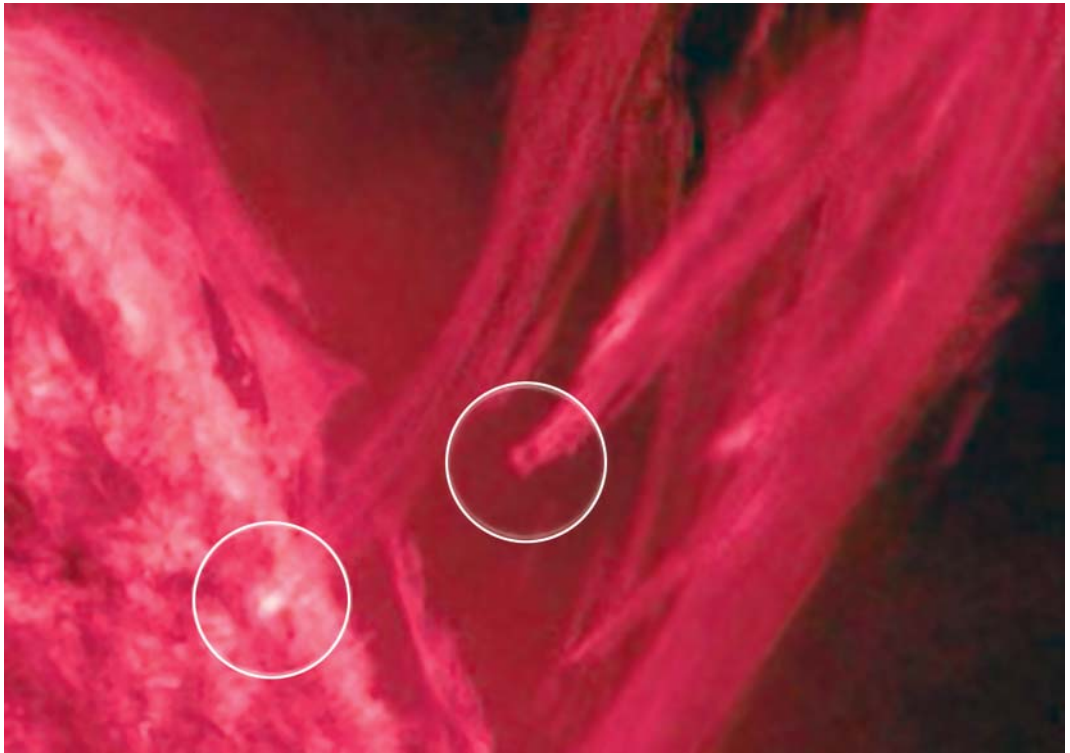
нуждается в существенных уточнениях. Сейчас мы знаем лишь в самых общих чертах, насколько ярче светит активное Солнце, чем спокойное. Наше светило устроено так, что его излучение в видимом диапазоне почти постоянно, а во всех остальных участках электромагнитного спектра меняется весьма заметно. Солнечная облученность, проинтегрированная по всему

*С помощью прибора НМ1 ученые надеются лучше понять связь скрытых процессов в недрах Солнца с тем, что наблюдается снаружи.*

спектру на расстоянии 1 а.е., за последние годы немного уменьшилась в ходе 23-го цикла. Сама эта величина не будет измеряться на "СДО", однако будут проводиться измерения наиболее







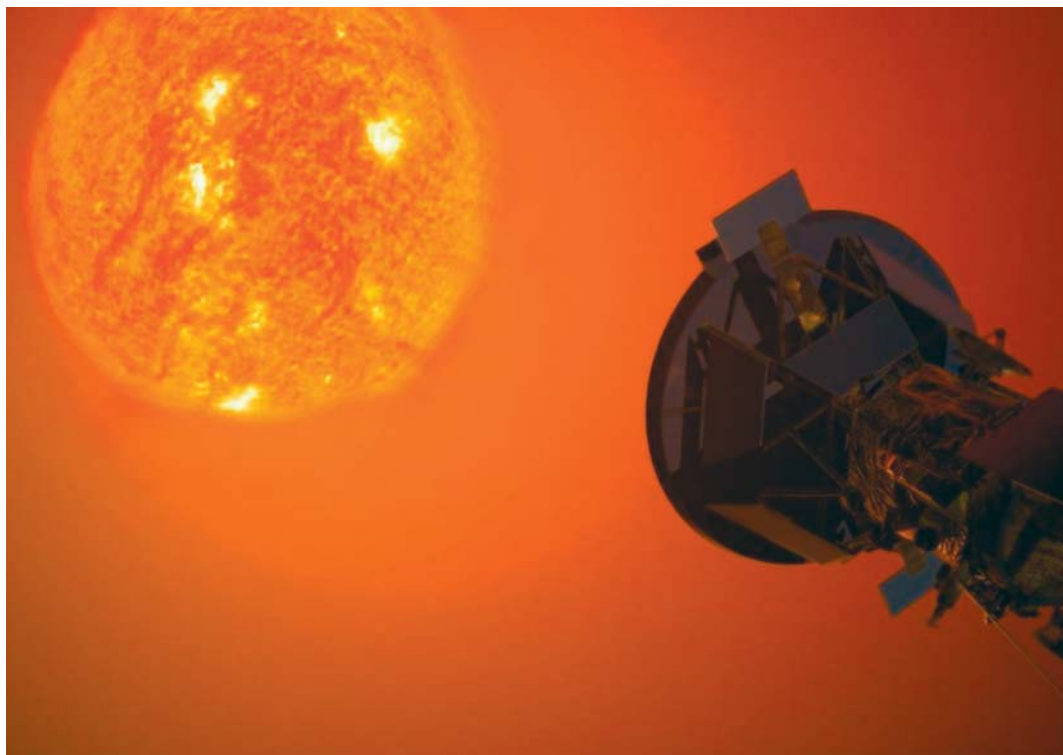
*“Корональный дождь”. Горячее корональное вещество с температурой около 1 млн градусов падает вниз (места падения обведены кружочком) на поверхность Солнца после активизации петельного протуберанца и подъема более холодного хромосферного газа с температурой около 80 тыс. градусов. Снимок сделан космической обсерваторией “SOHO”. Фото NASA.*

изменчивой ее части в коротковолновом участке спектра, ведь Солнце – переменная звезда в ультрафиолетовом и рентгеновском диапазонах. Практическая важность таких измерений состоит в том, что ультрафиолетовое и рентге-

новское излучение, испускаемое хромосферой, переходной областью и короной Солнца, нагревает и ионизует верхнюю атмосферу Земли. Спектральная переменность излучения Солнца весьма велика и пока еще недостаточно исследована. Она влияет на торможение спутников в атмосфере, на точность современных измерительных и навигационных приборов, в том числе глобального позиционирования, на качество радиосвязи, работу сотовых телефонов. Представления о том, как переменность ультрафиолетового излучения связана с магнитными полями на Солнце, в настоящее

время все еще носят во многом гипотетический и модельный характер. Новые данные будут использоваться для их проверки и уточнения.

**Прибор HMI** предназначен для изучения колебаний и магнитных полей на поверхности Солнца, то есть в его фотосфере. В отличие от своих предшественников он “видит” сразу весь солнечный диск в линии атомарного железа на длине волны 6173 Å с угловым разрешением 1” (примерно 700 км на диске Солнца). С его помощью получают доплерограммы (карты движений поверхности), фильтрограммы в континууме (фотографии фотосферы в широкой



*Космическая обсерватория “Солнечный зонд” (США). Запуск аппарата во внешнюю корону Солнца планируется в 2015 г. на гелиоцентрическую орбиту с перигелием до  $9,5 R_{\odot}$ . Рисунок NASA.*

полосе спектра), магнитограммы поля вдоль луча зрения, векторные магнитограммы. Прибор HMI – усовершенствованный “наследник” прибора MDI, установленного на космической солнечной обсерватории “SOHO” и с 1996 г. передающего майкельсон-доплеровские изображения диска Солнца. Такой прибор поможет лучше понять связь процессов в недрах Солнца с процессами,

происходящими снаружи. В качестве основного и наиболее подвижного связующего звена сейчас рассматривается магнитное поле. Прибор HMI позволит лучше разобраться в сложных нелокальных магнитных связях на Солнце, поэтому он столь необходим и важен. По его показаниям будут также оценивать параметры магнитного поля в короне, где непосредственные магнитные измерения отсутствуют. Гелиосейсмология позволяет зондировать недра Солнца подобно тому, как поступают сейсмологи на Земле, записывая и анализируя акустические колебания. Звуковые волны с периодом около 5 мин внутри Солнца

множественно отражаются от его поверхности и оббегают весь шар. В деталях такого сигнала и подобных ему содержится богатая информация о температуре и составе вещества на пути распространения волн, о скорости движений и вращений, о магнитном поле в недрах.

#### ПЕРВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ

Ученые столкнулись со сложнейшей проблемой представления, хранения и обработки колоссального потока информации. Эту проблему решили многие научные коллективы, институты и лаборатории во всем мире. Заранее были про-



думаны и реализованы специальные математические программы. Проводятся курсы подготовки для специалистов по извлечению наиболее ценных сведений из океана данных, который буквально их захлестнул и определяет ныне уровень экспериментального научного исследования. С появлением новых средств можно ожидать количественных и качественных изменений в наших представлениях о Солнце. Пока же можно говорить о самых первых достаточно ярких впечатлениях. В начале 2010 г. после необычайно долгого затишья в конце 23-го цикла солнечная активность заметно оживилась. В этом отношении проекту “СДО” повезло больше, чем годом раньше российскому научному ИСЗ “Коронас-Фотон” (Земля и Вселенная, 2009, № 3), когда активность Солнца достигла аномально низкого уровня и не было достаточно ярких событий. “Коронас-Фотон” – по-своему не менее оригинальный проект, хотя и не такой дорогостоящий, как “СДО”. Научная аппаратура ИСЗ “Коронас-Фотон” работала вполне надежно, получены уникальные новые данные о состоянии и процессах на Солнце при необычайно низкой его активности, которые сейчас обрабатываются. В частности, детально исследованы самые мельчайшие и очень слабые солнечные

вспышки. Однако в декабре 2009 г. “Коронас-Фотон” перестал функционировать.

27 марта 2010 г. во время солнечной вспышки балла С4 прибор EVE “СДО” зарегистрировал изменения радиации в крайнем ультрафиолетовом и рентгеновском диапазонах. Ученым удалось увидеть, как возросла яркость всего Солнца, и проследить за изменениями спектра излучения в процессе высвечивания и остывания вспышечной области за счет теплопроводности. Различные временных профилей содержит богатую информацию о вспышечном процессе, число прослеживаемых спектральных линий более 100. Тот же прибор помог детально разглядеть и изучить “корональный дождь” на Солнце. Относительно холодное вещество петельных протуберанцев медленно поднимается, нагревается до высоких температур, а затем падает почти по тем же траекториям или в сопряженную магнитную точку на поверхности. В поле тяжести Солнца возможны сифонные движения – разнообразные перетекания вещества через верхушки петель из областей с высоким давлением в области с низким. Одна их разновидность выглядит как “корональный дождь”. Если вести наблюдение только за горячим веществом, то “корональный дождь” возникает словно

из ничего. Если же следить также за холодным хромосферным газом, то картина становится понятной во всех деталях, которые раньше различить не удавалось. Такой “дождь” не всегда падает обратно на Солнце, иногда он уходит в межпланетное пространство и достигает Земли.

#### ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Центральная идея проводимых ныне исследований – планомерное продвижение вглубь ивширь – максимально полный и по возможности глобальный охват при наибольшей и всесторонней детализации новых знаний. Для того чтобы еще лучше изучить и понять сложные процессы солнечной активности, желательно направить космический аппарат как можно ближе к Солнцу. Проект посылки аппарата в корону Солнца давно обсуждается в различных вариантах при активном участии отечественных ученых, имеющих оригинальные теоретические разработки, богатый опыт в конструировании уникальных приборов и проведении космических экспериментов. Можно надеяться, что предложения воплотятся в реальность уже в ближайшем будущем на следующих этапах выполнения программы “Жизнь со звездой” в рамках планируемой международной кооперации при создании “Солнечного зонда”.

## ПОЗДРАВЛЯЕМ ЮБИЛЯРА

27 августа 2010 г. главному редактору нашего журнала члену-корреспонденту РАН Виктору Кузьмичу Абалакину исполнилось 80 лет.

Он родился в Одессе. В 1953 г. окончил Одесский госуниверситет. В 1953–1955 гг. работал в Геофизическом институте АН СССР в Москве, в 1955–1957 гг. – в Институте теоретической астрономии АН СССР в Ленинграде. После окончания аспирантуры при Одесском госуниверситете в 1960–1965 гг. работал в астрономической обсерватории Одесского госуниверситета. В 1963–1965 гг. – доцент кафедры астрономии Одесского госуниверситета. В 1965–1994 гг. – заведующий отделом Астрономического ежегодника СССР Института теоретической астрономии АН СССР. В 1976–1979 гг. В.К. Абалакин был президентом Комиссии № 4 “Эфемериды” МАС. В 1978 г. Виктор Кузьмич успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. В 1982 г. он был удостоен Государственной премии СССР. В 1983–2000 гг. В.К. Абалакин был директором Пулковской обсерватории. В 1987 г. он был избран членом-корреспондентом АН СССР. В.К. Абалакин – член Санкт-Петербургского научного центра РАН, член Санкт-Петербургского отделения Российского Пагуошского комитета РАН. С 1999 г. – председатель Правления Фонда Интернет-культуры.

Основные научные работы В.К. Абалакина относятся к небесной механике, эфемеридной астрономии, звездной динамике, геодинамике и истории астрономии. Он внес большой вклад в разработку основных принципов использования лазерных светолокационных наблюдений Луны для решения задач гео- и селенодинамики, а также в создание соответствующего математического



аппарата. Виктор Кузьмич – один из авторов единой релятивистской теории движения внутренних планет Солнечной системы. В его монографии “Основы эфемеридной астрономии” (1979), а также в ряде написанных им разделов “Справочного руководства по небесной механике, астрономии и астродинамике” (1978) эфемеридная астрономия получила окончательное оформление как самостоятельная область науки.

Именем В.К. Абалакина назван астероид (2722 Abalakin), открытый Н.С. Черных 1 апреля 1976 г. в Крымской астрофизической обсерватории.

Виктор Кузьмич в 1989 г. стал главным редактором журнала “Земля и Вселенная”, сменив на этом посту первого главного редактора нашего журнала Дмитрия Яковлевича Мартынова. Редаллегия и редакция журнала “Земля и Вселенная” сердечно поздравляют Виктора Кузьмича с юбилеем, желают ему крепкого здоровья и новых творческих достижений.

## **Космический телескоп им. Э. Хаббла – новая эпоха внегалактической астрономии**

**(к 20-летию работы КТХ)**

О.К. СИЛЬЧЕНКО,  
доктор физико-математических наук  
ГАИШ МГУ

---

**В апреле 2010 г. исполнилось 20 лет со времени запуска Космического телескопа им. Э. Хаббла (КТХ; Hubble Space Telescope; Земля и Вселенная, 1987, № 4; 1990, № 4; 2005, № 3, с. 26–29; 2005, № 6). Хотя диаметр зеркала телескопа по современным меркам невелик, всего 2,4 м, у КТХ есть два уникальных преимущества, вытекающие из его расположения выше основной массы атмосферы. Он принимает свет, не ослабленный поглощением многокилометровой толщии воздуха, и видит объекты (звезды, например), не размазанные атмосферной турбулентностью. Благодаря этому он видит намного дальше (намного более слабые объекты) и с четкостью, лучшей на порядок, чем наземный**



**телескоп такого же диаметра. Эти-то два преимущества космического телескопа и были задействованы при составлении списка ключевых научных задач для него. Я расскажу о вкладе КТХ в исследование галактик, ограничась рассмотрением следующих, самых громких и результативных, его проектов на этой ниве:**

- “глубокие поля”;
- центры обычных галактик – распределение яркости (плотности) и сверхмассивные черные дыры;
- центры активных галактик; тут отдельно можно рассматривать выбросы (джеты) и “вбросы”, то есть структуры, возможно, питающие активность центральной черной дыры (ядерные спирали и минибары); я остановлюсь подробно на второй теме;
- истории звездообразования в ближних галактиках, разрешаемых на отдельные звезды;
- ключевой проект, посвященный поиску переменных звездцефеид в галактиках вплоть до скопления в Деве, определение расстояний до галактик.





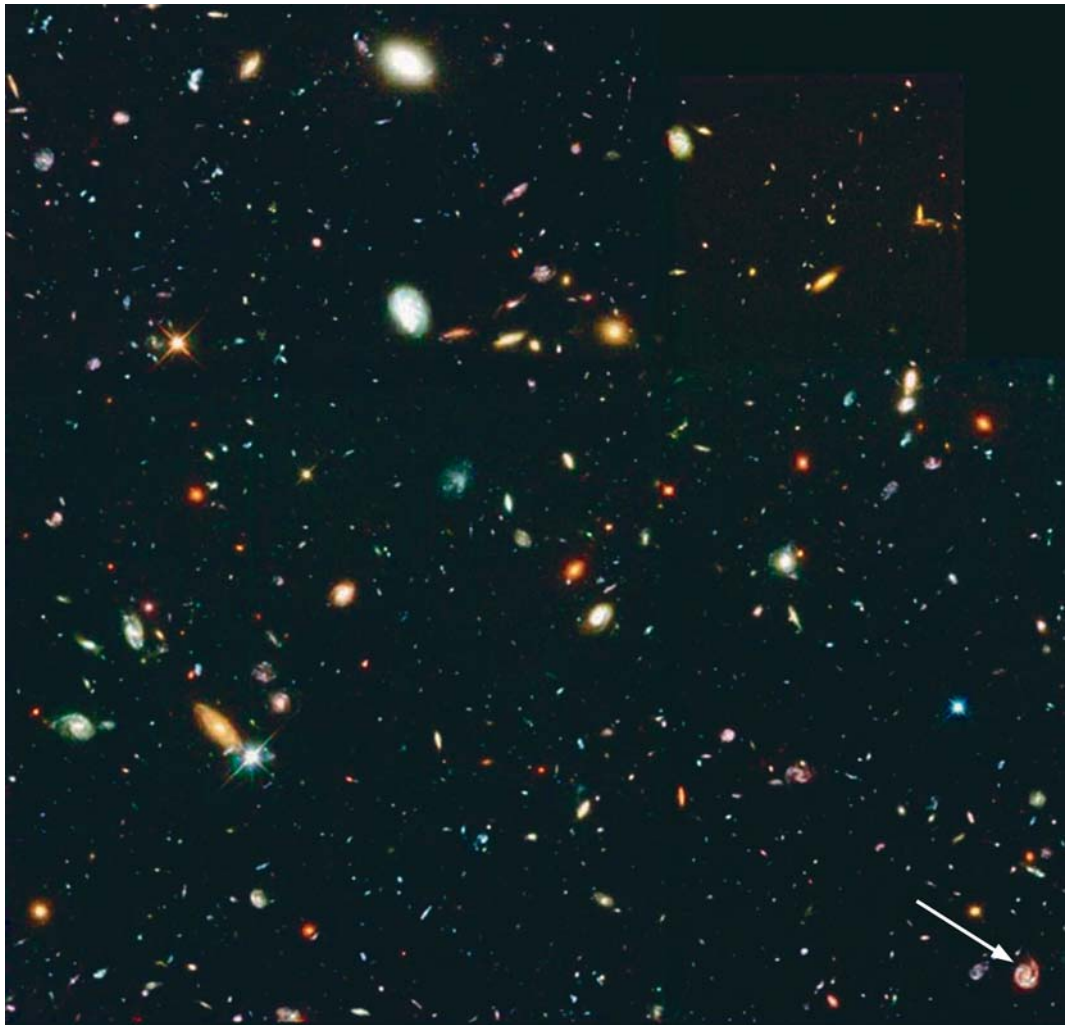
## ГЛУБОКИЕ ПОЛЯ

Сначала всем немного не повезло: у запущенного в апреле 1990 г. КТХ оказалось плохо сделанное главное зеркало, и вместо пространственного разрешения 0,1" он показал 4" по уровню нулевой интенсивности – у “функции точечного источника” оказались широченные низкоконтрастные крылья (Земля и Вселенная, 1992, № 1). Из-за этого одно из ключевых преимуществ КТХ было сведено на нет, и

изображениями, полученными между 1990 г. и 1993 г., пользоваться с научными целями практически нельзя. Пришлось чинить оптику: прилетевший в декабре 1993 г. с ремонтной миссией КК “Индевор” (STS-61) поставил дополнительный оптический **корректор**, света стало немножко меньше, зато исправилось пространственное разрешение фотометрических камер (Земля и Вселенная, 1994, № 4). Эпопея с **глубокими хаббловскими полями**

*Космический телескоп им. Э. Хаббла после пятого ремонта на орбите. Снимок сделан 24 мая 2009 г. КК “Атлантис” (STS-125). Фото NASA.*

(HDF – Hubble Deep Field) началась в 1994 г., когда после “починки” КТХ выяснилось, что теперь он может получать изображения с пространственным разрешением 0,1". Захотелось посмотреть с таким разрешением на очень далекие галактики; для этого нужно было

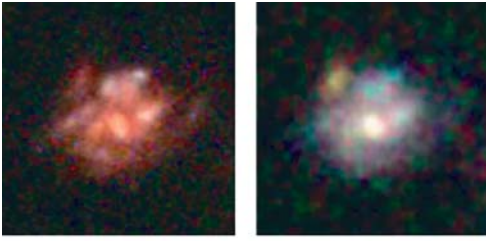


получить сверхглубокий снимок, с очень длительной экспозицией. В созвездии Большой Медведицы выбрали небольшую, всего 5,3 квадратные минуты дуги, и на первый взгляд совершенно пустую площадку, и с камерой **WFPC2** (Wide-Field Planetary Camera – планетарная камера широкого поля) она непрерывно экспонировалась в течение 10 сут. В

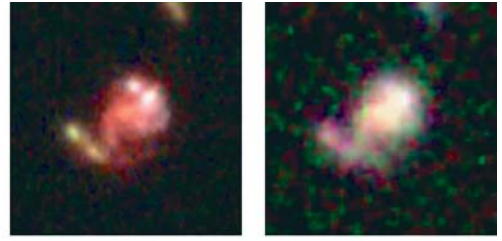
результате были получены снимки в четырех широких фотометрических полосах, распределенных в оптическом диапазоне – 0,3–0,814 мкм. Позднее площадку сняли с помощью прибора **NICMOS** (Near-Infrared Camera and Multi-Object Spectrograph – камера ближнего ИК-диапазона и многообъектный спектрограф) на 1,1 мкм и 1,6 мкм. Таким образом,

*Северное глубокое хаббловское поле (HDF-N) в Большой Медведице. В нем видно около 3 тыс. далеких галактик. В правом нижнем углу – спиральная галактика с  $z = 1,01$  (указана стрелкой), видимая плашмя. Снимок сделан 15 января 1996 г. КТХ. Фото NASA.*

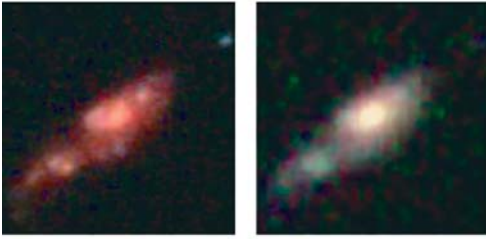
для всех объектов площадки были получены не только изображения, но и грубое распределение



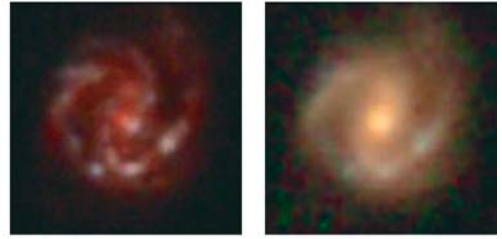
$z = 0,75$



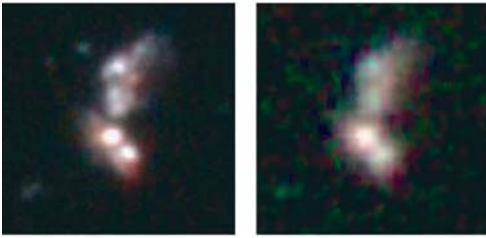
$z = 0,95$



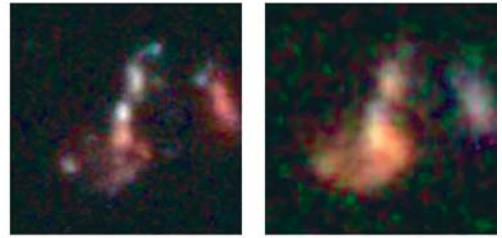
$z = 0,96$



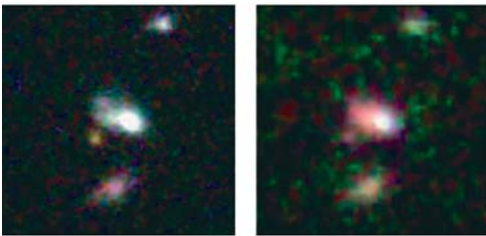
$z = 1,01$



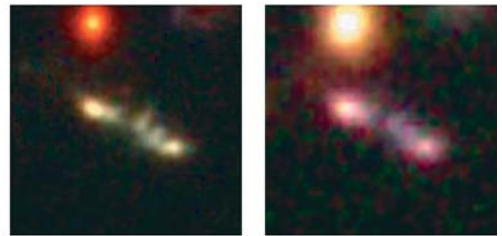
$z = 1,36$



$z = 2,01$



$z = 2,27$



$z = 2,80$

Галактики в Северном глубоком хаббловском поле с характерной морфологией на разных красных смещениях. В каждой паре картинок слева изображение, полученное в зеленых лучах, справа – в ближнем инфракрасном диапазоне ( $\lambda = 1,6$  мкм). При уходе на  $z > 1$  галактики становятся нерегулярными по форме, представляющими собой как бы скопление компактных сгустков. Фото NASA.



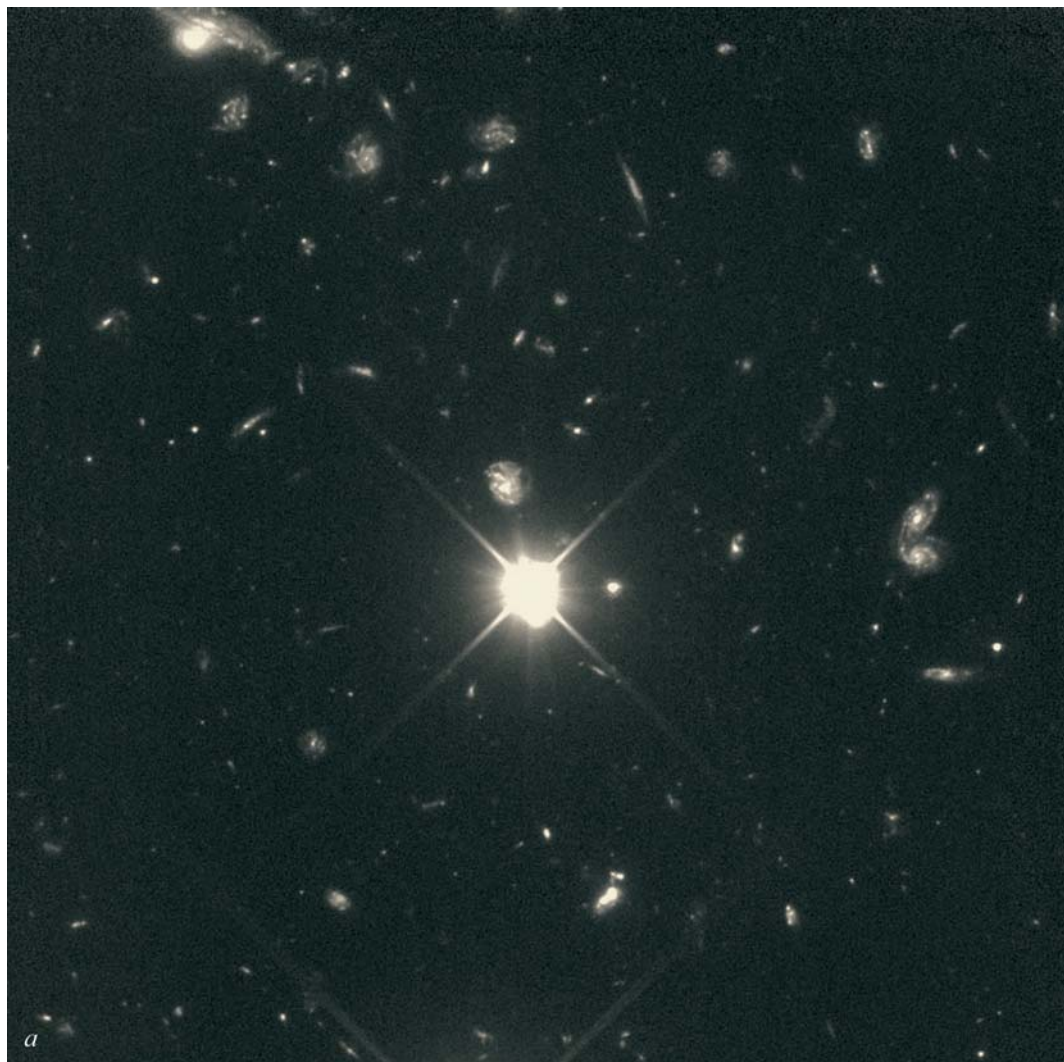
энергии в спектре в диапазоне 0,3–1,6 мкм. Предельная звездная величина, достигнутая в экспозиции **Северного глубокого поля** (HDF-N) – 30<sup>m</sup> в фильтре V (зеленые лучи); это в 10 млрд раз слабее, чем видит самый зоркий невооруженный глаз на небе в темную ночь. Площадка располагается на небе далеко от Млечного Пути, поэтому звезд на ней мало – всего 9; есть еще с десятков слабых точечных голубых объектов, которые могут оказаться старыми белыми карликами. Все остальные объекты площадки, а их около 3 тыс., – это галактики. Самой близкой к нам оказалась красивая *эллиптическая галактика* чуть выше центра кадра – ее  $z = 0,09$ . На каком красном смещении располагается самая далекая галактика в HDF-N, пока сказать трудно: есть один объект, широкополосные цвета которого намекают на  $z = 12$ . Но все попытки снять его спектр, чтобы найти в нем эмиссию и подтвердить красное смещение спектрально, потерпели неудачу: уж слишком слаб объект.

Подавляющее большинство галактик, найденных в HDF-N, находятся на  $z < 1$ . Внутри этого большинства галактик опять же большинство представляют слабые голубые галактики с нерегулярной морфоло-

гией, количество таких галактик явно растет с красным смещением. Однако на  $z \sim 1$  наблюдаются и яркие представители всех *хаббловских морфологических типов*. Глядя на большие красные смещения, мы как бы заглядываем в прошлое: из-за конечной скорости света фотоны от галактик на  $z = 1$  шли до нас 8 млрд лет. Прямые подсчеты показывают, что в интервале  $z = 0–1$ , или за последние 8 млрд лет, ни число, ни характерные светимости и размеры эллиптических и спиральных галактик не изменились: все галактики, которые мы видим рядом с нами, уже были на местах к  $z = 1$ . Однако картина резко меняется на  $z > 1,5$ : в HDF-N нет ни одной галактики на высоких красных смещениях, которые имели бы правильную морфологию, а всего их там несколько десятков. Галактики на  $z > 2$ , как правило, “множественные”, представляющие собой *скопления сгустков неправильной формы*. Линейные размеры сгустков значительно меньше, чем типичные размеры современных галактик, их диаметры меньше 1 кпк. Сторонники “иерархической концепции”, то есть формирования больших галактик путем слияния мелких фрагментов, обрадовались, решив, что в HDF-N напрямую виден этот процесс на  $z = 2–3$ .

Сейчас, правда, преобладающей стала другая точка зрения: диски галактик на больших красных смещениях просто очень неоднородны, и нам заметны только самые яркие “пятна” на них.

Сенсационные результаты по морфологии далеких галактик, полученные по HDF-N, вдохновили исследователей на продолжение программы. Тем более что подоспели результаты больших наземных обзоров, такого, в частности, как обзор американского ученого Ч. Стейделя с соавторами, нацеленный на поиски галактик на  $z \geq 3$ , обеспечивший за счет большей обозреваемой площади более представительную выборку далеких галактик (больше 2 тыс. галактик на  $z \geq 3$  против 42 в HDF-N). Эти результаты намекали на то, что маленькая площадка HDF-N оказалась нетипична по составу (и количеству!) далеких галактик. В 1998 г. было снято **Южное глубокое поле** (HDF-S), тоже в течение непрерывной 11-суточной экспозиции. В отличие от HDF-N, где одна площадка размером 5 квадратных минут экспонировалась с камерой WFPC2, а потом с NICMOS, здесь три соседние площадки экспонировались с WFPC2, NICMOS и **спектрографом STIS** (Space Telescope Imaging Spectrograph). Последняя

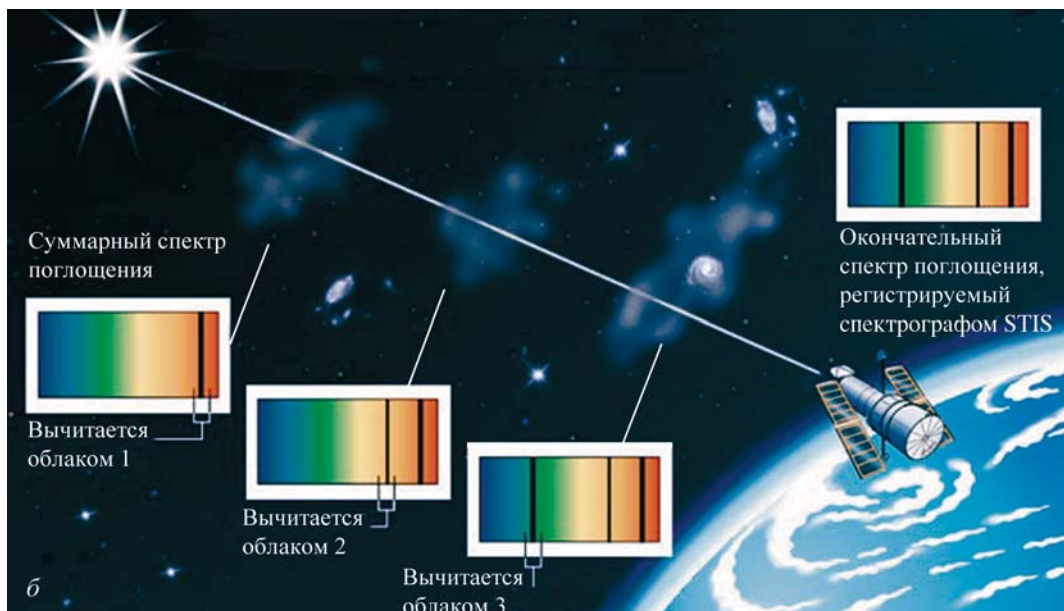


площадка была выбрана не пустой, а с ярким квазаром на  $z = 2$ , чтобы в его детальном спектре изучить все линии поглощения, оставленные газовыми облаками, которые пересек луч квазара на пути к нам.

Опыт научной работы с глубокими хаббловскими полями в конце концов подвел исследователей к мысли, что самые

интересные результаты получаются на сопоставлении между собой данных по одним и тем же площадкам, снятым в разных диапазонах спектра. Такими успешными “синтетическими” проектами были **GOODS** (Great Observatories Origins Deep Survey – глубокий обзор Начал с великими обсерваториями), когда сопоставлялись изображения

Квазар на  $z = 2$  (в центре) в Южном глубоком хаббловском поле (HDF-S). Снимок сделан 23 ноября 1998 г. КТХ, NASA (а). Квазар был помещен в поле, чтобы в его спектре наблюдать на просвет облака газа и галактики, попавшие на луч зрения между квазаром и нами (б). Каждое такое облако дает в спектре квазара узкую линию поглощения, принадлежащую водороду, причем таких линий десятки на разных красных смещениях.



одной и той же площадке в оптике, в рентгене и в ближнем и дальнем инфракрасном диапазоне, причем все диапазоны наблюдались из космоса; **GEMS** (Galaxy Evolution from Morphology and SEDs – эволюция галактик по морфологии и распределениям энергии в спектрах), когда изображения высокой четкости получались на КТХ для галактик до  $z = 1,2$ , а спектры, по которым измерялись надежные красные смещения и даже скорости вращения, – на 8-м наземном телескопе VLT, и многие другие. КТХ в этих проектах принадлежит уникальная роль определения детальной структуры галактик. Поэтому, когда стали наблюдать **сверхглубокое поле** (Hubble Ultra-Deep Field, HUDF)

уже с новой **камерой ACS** (Advanced Camera for Surveys – “продвинутая” камера для обзоров), обладающей большим полем зрения при таком же пространственном разрешении, как и **планетарная камера PC2** (Planetary Camera), его расположили на умеренном южном склонении  $-27^\circ$  в созвездии Печи (см. стр. 1 обложки). Хотя эта зона и не находится в постоянном поле зрения КТХ, это поле можно наблюдать с Земли из Южного полушария (Чили, Австралия) и из Северного (Канары, Гавайи). Из-за того что зона видна КТХ не всегда, необходимую экспозицию (около 300 ч) для этой площадки размером 11 квадратных минут пришлось набирать кусками с сентября 2003 г.

до января 2004 г. Зато информации в этом поле, снятом в четырех цветах, беспрецедентно много: галактик тут оказалось около 10 тыс., в том числе довольно представительная выборка на  $z=7-8$  (см. стр. 1 обложки).

#### ЦЕНТРЫ ОБЫЧНЫХ ГАЛАКТИК

Поверхностная фотометрия ярких центральных областей близких галактик – это единственная программа, которая всерьез началась на планетарной камере PC2 КТХ еще до починки оптики. Уж очень хотелось посмотреть на центры галактик с высоким пространственным разрешением, и потом света в исследуемых объектах хватало для применения цифровых алгоритмов





*Гигантская эллиптическая галактика NGC 1132 в созвездии Эридана. К ее центру поверхностная яркость становится значительно выше, но по какому закону это происходит, спорят до сих пор. Снимок сделан в августе 2007 г. КТХ. Фото NASA.*

---

восстановления изображений.

Еще до этого, в результате наземных экспериментальных наблюдений на Гавайях, на 3,6-м Ка-

надо-франко-гавайском телескопе, были освоены методы адаптивной оптики. Пространственное разрешение таких наблюдений бывало около 0,3–0,4", то есть всего в три раза хуже, чем у КТХ. Были получены весьма веские намеки на то, что в самых центрах обычных галактик есть *компактные структуры*, как бы вложенные в крупномасштабные звездные сфероиды и не зависящие от них. Так, американский

профессор Джон Корменди еще в 1985 г. показал, что в нескольких близких эллиптических галактиках и в *больших балджах дисковых галактик* в самом центре есть компактные звездные ядра – “добавка” к экстраполированному в центр профилю яркости большого звездного сфероида. Дж. Корменди впервые заговорил и о *сверхмассивных черных дырах* в центрах обычных, неактивных



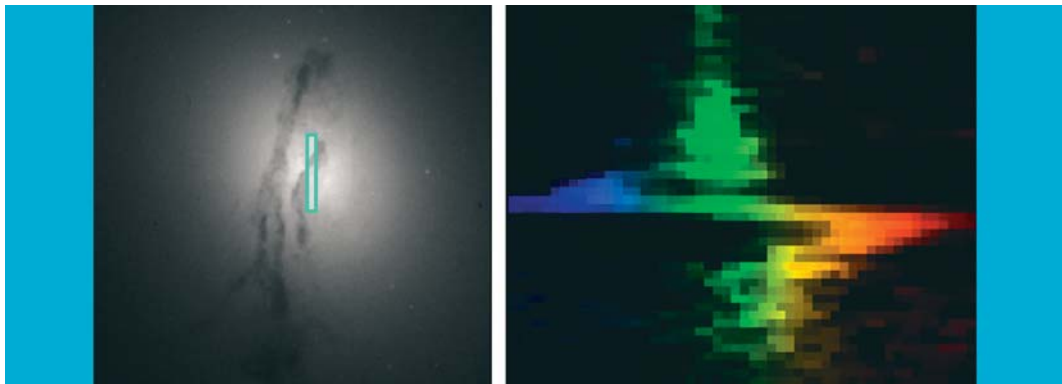
галактик, и тоже по результатам спектральных наблюдений на Гавайях. В 1988 г. он обнаружил резкий рост хаотических звездных скоростей в центрах близких спиральных галактик **M31** и **NGC 4594**. Эти кинематические признаки говорили о сильной концентрации массы в центрах галактик; при этом звезд не хватало, чтобы объ-

яснить такую концентрацию: отношение массы к светимости превышало сотню солнечных единиц. Дж. Корменди заявил об открытии сверхмассивных черных дыр в центрах галактик. Ему тогда почти никто не поверил: все-таки пространственного разрешения его наблюдений было чуть-чуть недостаточно для уверенных выводов.

*Карликовая линзовидная галактика NGC 3115 в созвездии Секстанта. В центре галактики КТХ обнаружил очень массивную черную дыру. Снимок инфракрасного наземного обзора 2MASS.*

---

Однако КТХ предлагал беспрецедентные возможности проверить открытия Дж. Корменди с более высоким про-



Эллиптическая галактика M84 в Деве – одна из крупнейших галактик (слева), в ее центре – сверхмассивная черная дыра массой  $3 \times 10^6 M_{\odot}$  (в рамке). Черные дыры обнаруживают по быстрому вращению газа вокруг ядра галактики: ставят цель спектрографа КТХ вдоль большой оси газопылевого диска и видят разницу скоростей 1000 км/с выше и ниже ядра (справа). Фото NASA.

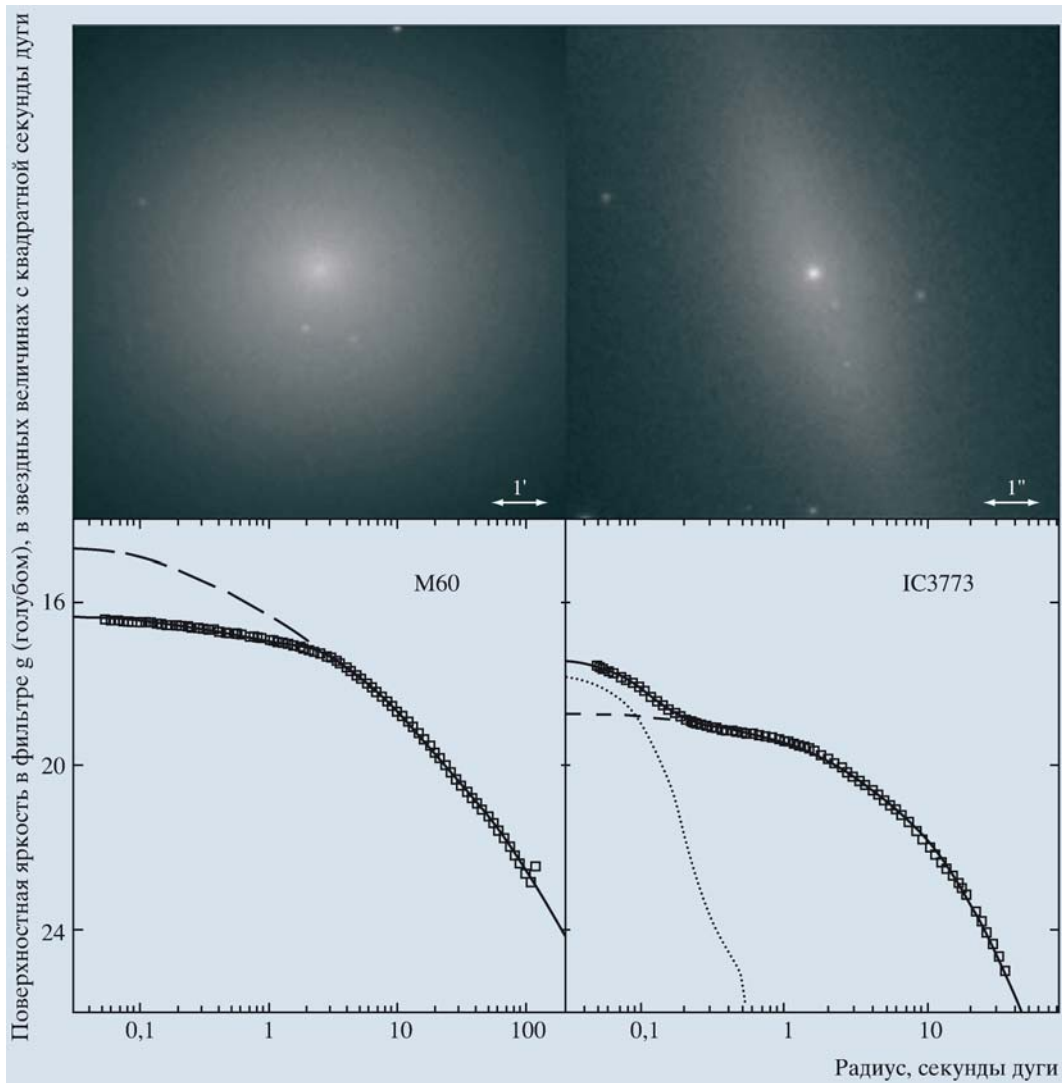
странственным разрешением, и он включился в команду, которая этим занималась. В 1995 г. на выборке из 45 близких ярких эллиптических галактик было показано, что центральные профили яркости в галактиках ранних типов бывают строго двух видов – *core* (довольно пологие и плоские) и *cusp* (круто растущие к центру). Если описывать радиальное распределение поверхностной яркости вблизи центра галактики степенным законом,  $r^{-\gamma}$ , то у *core*-галактик  $0 < \gamma < 0,25$ , а у *cusp*-галактик  $\gamma$  около 1. Авторы утверждали

(и утверждают до сих пор), что распределение галактик по параметру  $\gamma$  – бимодально, то есть что галактика может быть либо *core*, либо *cusp*, а промежуточных случаев, скажем с  $\gamma = 0,4$ , не существует.

До проверки существования сверхмассивных черных дыр в ядрах галактик дело дошло очень скоро. Первым объектом, в котором сверхмассивная черная дыра в центре, обнаруженная ранее Дж. Корменди, была подтверждена уже со спектральными данными КТХ, стала **карликовая линзовидная галактика NGC 3115**. Единственным спектральным прибором КТХ для галактик тогда был **спектрограф FOS** (Faint Object Spectrograph – спектрограф слабых объектов). Это была апертурная спектроскопия. Это была маленькую круглую диафрагму можно было нацелить на любое место в галактике. Ее нацелили на звездное

ядро NGC 3115 (газа там вовсе нет), и получили центральную дисперсию хаотических скоростей звезд 600 км/с. Это значение беспрецедентно велико даже для гигантских эллиптических галактик, тем более для галактик-карликов. Чтобы объяснить такую кинематику, в центр NGC 3115 пришлось “заложить” черную дыру (точнее, несветящуюся компактную массу) в  $2 \times 10^6 M_{\odot}$ ! И это было только начало. В 1996 г. было объявлено о других центральных сверхмассивных черных дырах, найденных по пику дисперсии скоростей звезд: в карликовой эллиптической галактике **NGC 4486B**, в гигантской спирали раннего типа **NGC 4594**, в средних по размеру эллиптических галактиках **NGC 3379** и **NGC 3377**... К наблюдениям кинематики звезд добавились наблюдения кинематики газа. Начали с **M87** – центральной гигантской галактики скопления в Деве: в 1994 г.





для нее сделали апертурную спектроскопию с помощью FOS, “прицелив” диафрагмы близко с одной и с другой стороны от ядра, а в 1996 г. сделали и длиннощелевую спектроскопию. Скорость вращения газа – если интерпретировать разницу лучевых скоростей эмиссионных линий “слева” и “справа” от ядра как кеплеровское вра-

щение – оказалась около 1000 км/с, и масса черной дыры в центре, точнее, гравитирующая масса внутри радиуса 0,05”, или 3,5 пк, получилась одной из самых больших – около  $3 \times 10^9 M_{\odot}$ . В 1997 г. на Генеральной ассамблее МАС в Киото теоретик и идеолог команды КТХ по поиску черных дыр Дуглас Ричстоун заявил: “Сверхмас-

Галактики ранних типов и графики двух видов профиля их яркости. Слева – гигантская эллиптическая галактика с профилем яркости типа core, справа – карликовая эллиптическая галактика с профилем яркости типа cusp. На изображениях галактик хорошо заметны диффузный центр у гиганта и точечное ядро у карлика.

*сивная черная дыра есть в каждой галактике!"* Высокое пространственное разрешение КТХ позволило подобраться так близко к центру галактик и "запереть" чудовищную гравитирующую массу в такой маленький объем, что все поверили в то, что именно черная дыра организует большие скорости газа и звезд вблизи центров галактик. Массы черных дыр стали измерять массово, даже там, где не видно было никаких кинематических аномалий в центре.

История же с core и cusp еще не закончилась. Аппаратура КТХ продолжала совершенствоваться, и в 2000-е гг. с новой камерой ACS, обладающей полем зрения более 3' с пространственным разрешением 0,1", команда представителей нового поколения американских исследователей Лауры Феррарезе и Патрика Коте, выросших на наблюдениях с КТХ, провела фотометрический обзор всех галактик ранних типов в скоплении в Деве. Новая команда построила новые профили поверхностной яркости, уже до больших расстояний от центра, чем прежде, без математических хитростей с восстановлением изображений – оптика-то теперь хорошая! – и опровергла прежний результат о бимодальности распределения эллиптических галактик по форме центрального профиля яркости. У них

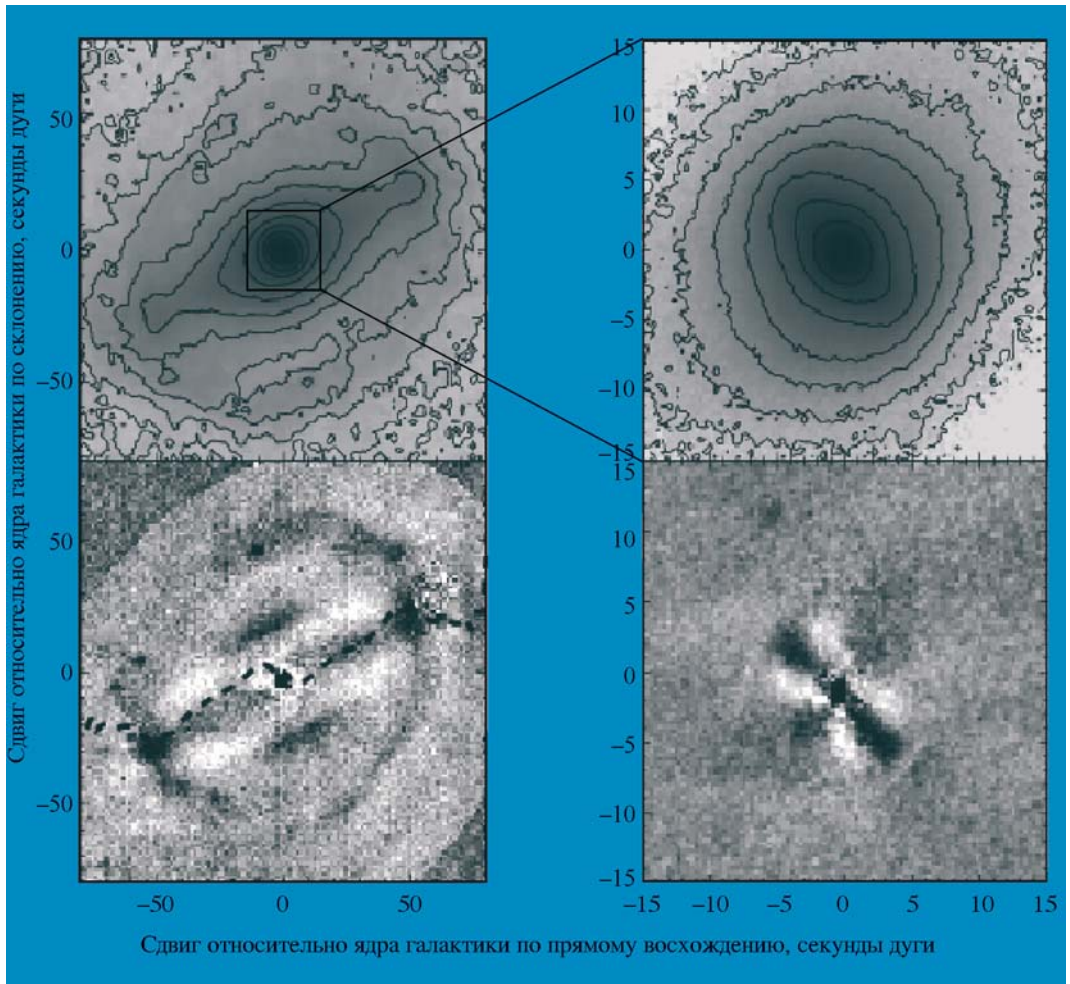
получилось, что, если продолжить внешний профиль яркости до самого центра, у гигантских эллиптических галактик наблюдается недостаток яркости по сравнению с ожиданиями, а у карликовых галактик – избыток, и переход между ними плавный и непрерывный. Как будто у гигантских галактик часть массы ушла в невидимую черную дыру, а у карликов появился избыток звезд в центральном звездном скоплении, масса которого сравнима с массой черной дыры в галактике-гиганте. Концепция красивая, но пока не встроенная в общую картину эволюции эллиптических галактик. Да и старая команда Дж. Корменди и Д. Ричстоуна очень резко возражает. Посмотрим, чем закончится эта дискуссия! Интереснейшей общей проблеме черных дыр, и в частности сверхмассивных черных дыр, посвящен ряд статей в журнале "Земля и Вселенная" (см. например, статьи академика А.М. Черепашука; Земля и Вселенная, 2005, № 4; 2010, № 3).

#### ЦЕНТРЫ АКТИВНЫХ ГАЛАКТИК

Высокое пространственное разрешение изображений КТХ пригодилось и для решительного продвижения в выяснении детальной структуры активных ядер галактик и причин их ак-

тивности. Действительно, если черная дыра есть в центре каждой крупной галактики, почему только в нескольких процентах случаев она проявляет себя как активное яркое сейфертовское ядро? Или все дело в питании черной дыры газом? А действительно, как же она питается?

Проблема с питанием черной дыры состоит в том, что газ в диске галактики обладает моментом вращения, который у него довольно трудно отнять. А чтобы "запахнуть" газ в центр галактики, внутрь радиуса захвата черной дыры, момент у газа надо отнять обязательно. Первое средство, которое приходит в голову, – это бар в диске галактики; он способен передавать момент от газа звездам. В галактиках с барами теоретически предсказаны и наблюдаются радиальные потоки газа вдоль бара, направленные к центру галактик. Но до самого центра в больших барах этот газ не доходит: его останавливает зона хаотических орбит на радиусе около 1 кпк. В 1989 г. американский ученый Исаак Шлосман с соавторами предложили для питания активных ядер систему вложенных друг в друга, как матрешки, баров: если расположить бары по степени убывания размеров, то каждый следующий бар будет как бы "перехватывать" у предыдущего бара газовый

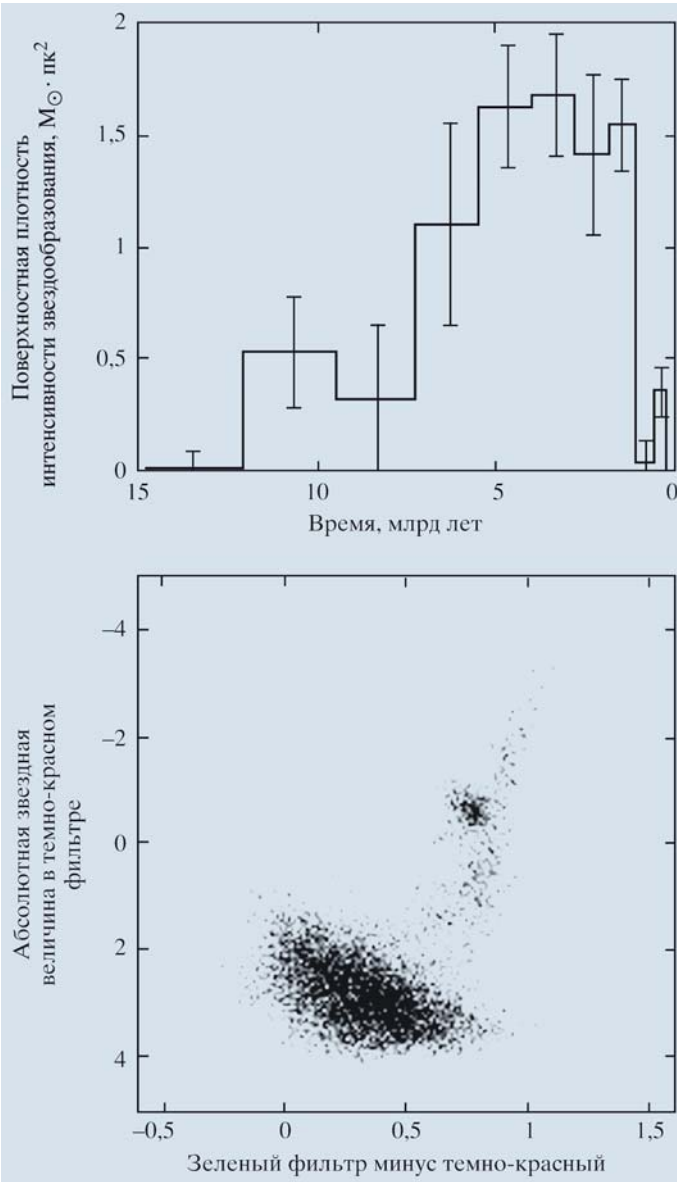


Система вложенных друг в друга, как матрешки, баров в активных ядрах галактик. Слева вверху – изображение галактики NGC 5850 в Деве, которая обладает большим баром (вытянутая структура), справа – в увеличенном масштабе показан ее центр, на котором вытянутость изофот имеет другое направление – это ядерный (“вложенный”) бар. На нижней паре картинок из изображений вычтены сглаженные распределения яркости, поэтому на них остались мелкие детали в форме пылевых полос на кромках бара. Изображения получены и обработаны А.В. Моисеевым и опубликованы в “Astronomy and Astrophysics”.

поток и направлять его дальше к центру, до тех пор пока самый внутренний минибар не швырнет газ прямо в пасть черной дыры. В 1990-е гг. эта схема была чрезвычайно популярна, то есть в центрах сейфертовских галактик ожидали увидеть

очень маленькие бары, и для этого был совершенно необходим КТХ. В 1999 г. американские исследователи М. Риган и Дж. Мульчай опубликовали результаты своих поисков в центрах 12 близких сейфертовских галактик второго типа.

Они искали ядерные минибары по прямым узким пылевым полосам на кромках баров – признакам ударных волн, в которых, собственно, и отдает свой момент газ. Результат получился скорее отрицательным: прямые пылевые полосы



Такую “историю звездообразования” (график вверху) измерил КТХ в карликовой сфероидальной галактике Местной группы Leo I, разложив ее на отдельные звезды (диаграмма цвет – светимость внизу). Оказалось, что звезды образовывались все время и особенно интенсивно 2–5 млрд лет назад, и прекратился этот процесс только 1 млрд лет назад – совсем близко к нашей эпохе. Опубликовано в “Astronomical Journal”, т. 118. 1999 г.

в 20! Затем две команды объединились и в 2003 г. построили с помощью КТХ карты цвета для центров 123 галактик, включавших обладателей и активных, и спокойных ядер. В центре у всех обладателей активных ядер оказались упорядоченные пылевые спирали, правда, такие же спирали нашлись и в центрах многих неактивных галактик. Авторы вышли из положения: спирали около ядер питают черные дыры, но цикл активности намного короче характерных времен жизни этих спиралей, то есть активное ядро то включается, то выключается, а спирали есть всегда. Сейчас эта идея очень популярна и продолжает получать наблюдательные подтверждения.

ИСТОРИИ ЗВЕЗДО-  
ОБРАЗОВАНИЯ В ГАЛАКТИКАХ,  
РАЗРЕШЕННЫХ НА ЗВЕЗДЫ

Замечательное пространственное разрешение фотометрических

(индикаторы минибаров) были обнаружены в центрах только трех из 12 исследованных сейфертовских галактик. Как же питаются активные ядра в остальных девяти? Там М. Риган и Дж. Мульчай увидели пылевые спирали, которые они интерпретировали

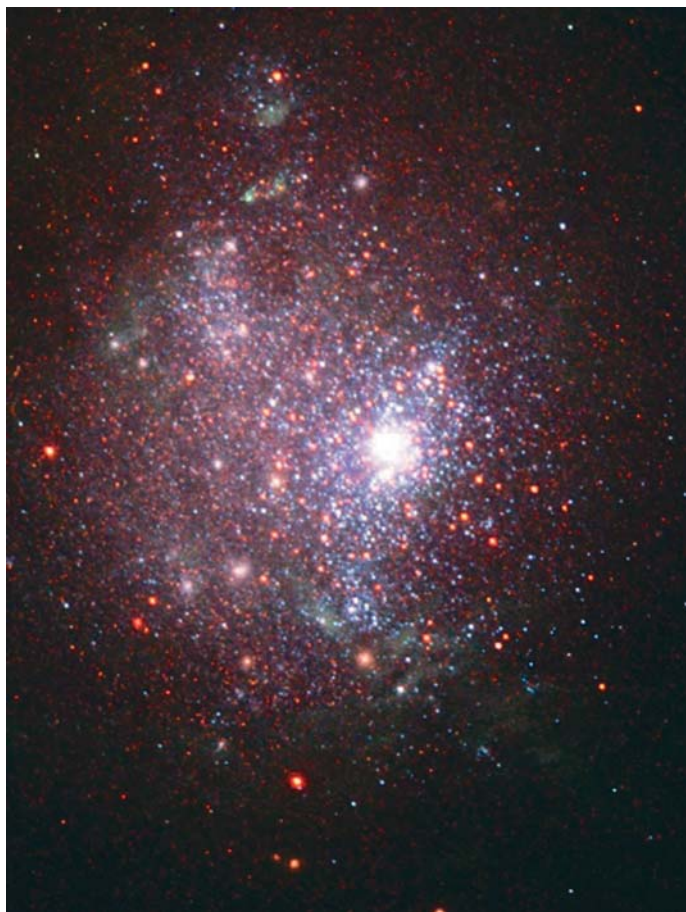
как искривленные ударные фронты – они тоже способны отнимать момент у газа. Их эстафету подхватили их коллеги П. Мартини и Р. Подж, исследовав с помощью КТХ уже 24 сейфертовские галактики; они нашли минибары в пяти, зато пылевые спирали –



Карликовая голубая компактная неправильная галактика NGC 1705 в Живописце, разрешенная КТХ на отдельные звезды. В центре видна мощнейшая вспышка звездообразования, но чуть дальше от центра уже преобладают старые красные звезды, которым не меньше 5 млрд лет. Снимок получен в марте 1999 г. и ноябре 2000 г. командой, возглавляемой профессором Университета Болоньи М. Тоси (Италия), с помощью КТХ. Фото NASA.

---

камер КТХ, демонстрируемое им после 1994 г., позволило разделить на отдельные звезды изображения галактик, которые с Земли выглядят как туман. С помощью КТХ удалось достичь качественных измерений отдельных звезд до невиданных ранее уровней слабости и скученности в других галактиках, удаленных от нас вплоть до 10 Мпк. Когда в одной галактике для большого числа звезд сделана качественная фотометрия, можно определить возраст каждой звезды по ее цвету и светимости – по ее положению на диаграмме Герцшпрунга – Рессела, и построить распределение количества звезд в зависимости от их возраста, таким образом выяснив историю звездообразования в галактике. Поэтому не зря итальянский профессор Моника Тоси в недавнем обзоре констатирует, что *“одна из областей исследований в астрономии,*



*которая наиболее впечатляюще продвинута вкладом КТХ, это изучение историй звездообразования разрешенных (на отдельные объекты) звездных населений”.* Огромное количество наблюдательных программ по массовой фотометрии отдельных звезд в карликовых галактиках Местной группы и ближайших групп галактик было осуществлено в последние 15 лет. Сейчас эта работа продолжается на широкоформатной камере ACS. Результаты этих наблюдений в букваль-

ном смысле перевернули наши представления об эволюции карликовых галактик.

До сих пор предполагалось, что звездообразование в карликовых галактиках не может продолжаться долго: действует обратный эффект, то есть молодые массивные звезды с их мощным звездным ветром и сверхновые разогревают и разгоняют газ галактики, и звездообразование должно быстро прекращаться, едва начавшись. Если это карликовая галактика и глу-

бина потенциальной ямы ее гравитации неглубока, “разогнанный” и разогретый газ должен и вовсе покинуть галактику – наступает фаза *галактического ветра*, газ уходит навсегда, и звездообразования в этой галактике уже больше не будет. Весь этот сценарий вроде бы подтверждался тем, что чем меньше галактика, тем, как известно, меньше металлов в ее звездах. Элементы не успели образоваться, как начался галактический ветер. Тогда все карлики можно разделить на две непересекающиеся группы: старые *сфероидальные*, в которых роковая вспышка звездообразования состоялась давно, и молодые *неправильные* по форме, в которых эта первая серьезная вспышка звездообразования идет сейчас. После измерения историй звездообразования в карликовых галактиках оказалось, что это не так. У всех сфероидальных карликов Местной группы звездообразование продолжалось по крайней мере 3–5 млрд лет, у некоторых (в Киле и Печи) отчетливо видны звездные населения от нескольких длительных вспышек (скорее эпох) звездообразования. Такое впечатление, что галактический ветер в них вовсе не возникает. От карликовых неправильных галактик звездные населения сфероидаль-

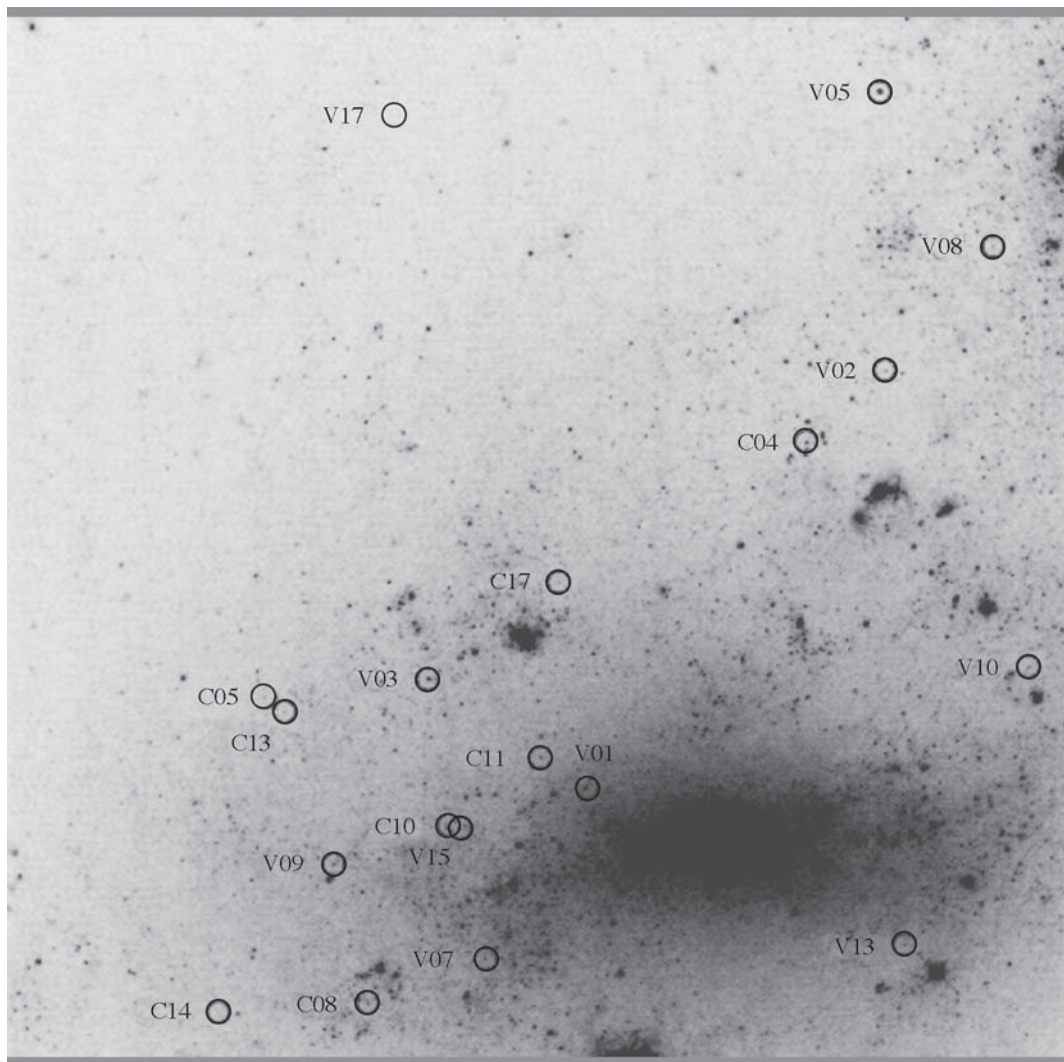
ных карликовых галактик отличаются тем, что в них нет звезд моложе 1 млрд лет. Если не галактический ветер – что могло прекратить длившееся несколько миллиардов лет звездообразование в сфероидальных карликах? Тут многообещающим выглядит второе важное различие между сфероидальными и неправильными карликами: в Местной группе почти все неправильные расположились очень далеко от крупных галактик, нашей и Туманности Андромеды, а многие сфероидальные, напротив, являются их близкими спутниками. Сейчас все надежды найти кандидата на роль главного “оформителя” структуры и состава карликов возлагаются на внешние факторы, в первую очередь, на приливные взаимодействия с крупными галактиками: они действительно способны в короткие времена лишить карлик газа и превратить его молодой звездный диск в сфероид средних лет.

Что же галактики – кандидаты на первую в своей жизни вспышку звездообразования? В них с помощью КТХ стали находить куда более старые звезды, чем ожидалось. Вот характерный пример компактного **голубого карлика** (BCD, Blue compact dwarf) **NGC 1705**. Расстояние до него 5–6 Мпк, и то, что удалось детально изучить

столь удаленного карлика, – великое достижение КТХ. В течение многих лет историю звездообразования NGC 1705 исследовала М. Тоси. Оказалось, что в галактике по всему объему равномерно распределены старые звезды возрастом до 5 млрд лет, а в самом центре 10–15 млн лет назад произошла мощнейшая вспышка звездообразования, породившая центральное звездное сверхскопление. Любопытно, что в этой галактике удалось детально проследить распространение индуцированного звездообразования, о котором давно говорили теоретики, но “живьем” его предьявить было трудновато. После формирования центрального звездного скопления звездообразование на какое-то время почти полностью прекратилось, подавленное тем самым “обратным эффектом” от молодых звезд. Но 10 млн лет спустя оно снова вспыхнуло, на этот раз не только в центре, а по всей галактике, с характерной геометрией областей звездообразования в форме дуг: как будто по галактике прокатилась ударная волна.

ШКАЛА РАССТОЯНИЙ ДО ГАЛАКТИК И ПОСТОЯННАЯ ХАББЛА

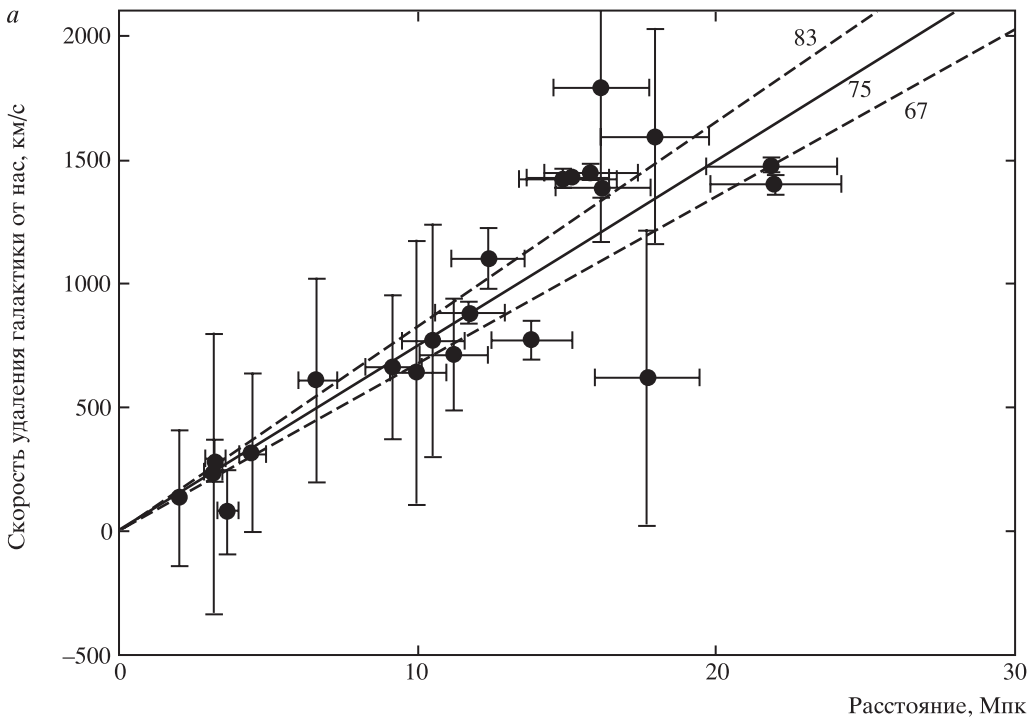
Создание надежной шкалы расстояний до астрономических объектов –



одна из самых трудных проблем астрономии, как прошлой, так и настоящей, да, вероятно, и будущей. Действительно, как определить: видите вы слабый объект, расположенный близко к нам, или яркий, но расположенный далеко от нас? Астрономы придумали, точнее, нашли пару дюжин “индикаторов расстояний”: это объекты, у которых внутренние

свойства тесно связаны со светимостью. Тогда если мы наблюдаем видимую яркость такого объекта, а по другим наблюдениям можем определить (или хотя бы прикинуть) его абсолютную яркость, мы можем вычислить расстояние до него, а заодно и до его галактики. Индикаторы расстояний делятся на первичные, вторичные, третичные и так далее.

*Цефеиды, обнаруженные КТХ в галактике NGC 1326A в скоплении в созвездии Печи. Поскольку цефеиды (обозначены С; тоже переменные звезды, но другого типа, обозначены V) были сфотографированы несколько раз, удалось определить периоды изменений их блеска и оценить по ним расстояние до галактики (около 18 Мпк). Фото NASA.*



*Хаббловские диаграммы для цефеид (слева) и для всего комплекта вторичных индикаторов расстояний, прокалиброванных по цефеидам в рамках Ключевого проекта КТХ (справа). Наклон аппроксимирующих прямых (отмечен числами) – постоянная Хаббла.*

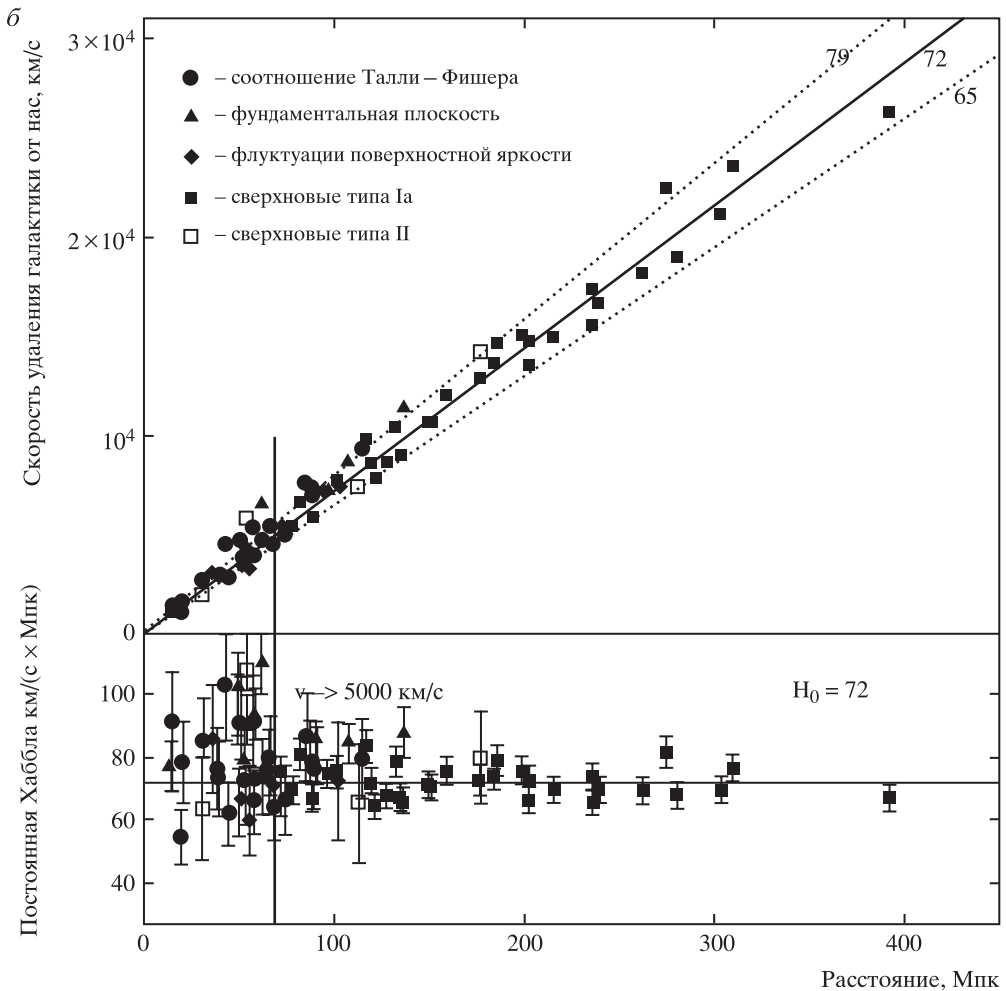
*Первичные* – это индикаторы, у которых шкала расстояний может быть установлена по близким к Солнцу объектам прямым геометрическим методом – по тригонометрическому параллаксу. Только в параллаксах мы не сомневаемся как в прямом методе определения расстояний, но это максимум одна-две сот-

ни парсек от нас, дальше начинаются уже калибровки и перекалибровки. Один из самых популярных первичных индикаторов расстояний – цефеиды. У цефеид период их пульсаций, хорошо заметный в периодических изменениях блеска, связан со светимостью. Проследив фотометрическую кривую блеска, посчитав ее период, можно определить абсолютную звездную величину цефеиды и, следовательно, расстояние до нее. При определении расстояний до галактик цефеиды хороши еще тем, что это сверхгиганты – абсолютно очень яркие звезды, которые можно наблюдать на огромных

расстояниях. Поэтому поиски и наблюдения далеких цефеид были выбраны как основной метод Ключевого проекта КТХ по точному измерению постоянной Хаббла.

С постоянной Хаббла накануне запуска космического телескопа сложилась просто патовая ситуация. Два великих астронома, Жерар де Вокулер и Алан Сэндидж, сошлись не на жизнь, а на смерть, отстаивая каждый свое любимое значение для нее. Оба провели очень тщательные исследования, по представительным выборкам галактик, обдуманно и обоснованно контролируя каждый переход от первичных ко вторичным,





и далее к третичным индикаторам и получили значения постоянной Хаббла – 100 км/с на Мпк (Ж. де Вокулер) и 50 км/с на Мпк (А. Сэндидж). Последовавшая затем полемика получилась очень жесткой, но никто не хотел уступить. Астрономы в отчаянии усреднили предлагаемые альтернативы и в работе с галактиками стали использовать  $H_0 = 75$  км/(с × Мпк). Но все понимали: надо

что-то делать. Тем более, что на постоянную Хаббла, как на центральную ось, насаживалась вся космология, и от ее значения зависела величина возраста Вселенной. Поэтому, как вспоминает руководитель-координатор Ключевого проекта КТХ по шкале расстояний Венди Фридман, необходимость измерить постоянную Хаббла с точностью хотя бы 10% стала одним из

основных аргументов при обосновании самого проекта космического телескопа.

Решено было искать с помощью КТХ цефеиды в спиральных галактиках вплоть до расстояния 25 Мпк от нас. И они были найдены и измерены, от десятка до сотни цефеид в каждом удачном объекте! За семь лет интенсивных наблюдений в рамках Ключевого проекта КТХ открыты цефеиды,

и по ним измерены расстояния до 18 спиральных галактик, включая спиральные галактики в скоплении Девы. Это расстояние оказалось не 10 Мпк, как считал де Вокулер, и не 20 Мпк, как считал Сэндидж, а 16 (!), что произвело сильнейшее впечатление на все сообщество астрономов. Правда, только цефеид было недостаточно для точного определения постоянной Хаббла: близкие к нам галактики имеют собственные, “пекулярные” скорости, не связанные с расширением Вселенной. Масштаб этих скоростей (несколько сотен километров в секунду) для близких галактик сравним со скоростью хаббловского расширения. Для точного определения постоянной Хаббла по закону Хаббла, связывающему скорость удаления галактики от нас с расстоянием, необходимо выбирать галактики, находящиеся в сотнях мегапарсек, где хаббловские скорости уже значительно превышают пекулярные. Поэтому расстояния, определенные по цефеидам до ближайших галактик в рамках Ключевого проекта КТХ, использовались для калибровки вторичных индикаторов расстояний в этих галактиках, а уже эти вторичные индикаторы были

приложены к большому количеству галактик, находящихся на расстоянии 60–400 Мпк от нас. В качестве вторичных индикаторов расстояний до спиральных галактик В. Фридман выбрала блеск сверхновых I и II типа в максимуме, соотношение Талли – Фишера (логарифм скорости вращения спиральной галактики пропорционален ее абсолютной звездной величине) и флуктуации поверхностной яркости. Суть первых двух вторичных индикаторов в том, что их можно считать “стандартными свечами” (Земля и Вселенная, 2010, № 4, с. 93, 110–111), соотношение Талли – Фишера отражает вириальное соотношение, а вот последний из вторичных индикаторов понять труднее. Дело в том, что поверхностная яркость галактик не зависит от расстояния до них: количество света убывает как квадрат расстояния, но и метрическая площадь одной квадратной угловой секунды *растет* как квадрат расстояния. От расстояния зависит, сколько индивидуальных ярких звезд, например гигантов или сверхгигантов, попадает в одну пространственную ячейку. Чем дальше от нас, тем больше самых ярких звезд попадает в одну квадратную угловую

секунду, тем меньше флуктуации суммарной поверхностной яркости этих звезд при переходе от одной ячейки к другой, соседней. При всей неожиданности такого подхода он превосходно работает, его применение одинаково успешно и для спиральных галактик с балджами, и для эллиптических галактик.

Итог Ключевого проекта КТХ с точностью 10% подведен в 2001 г. Все четыре вторичных индикатора дали сходящиеся оценки  $H_0$  и окончательный результат установлен следующий:  $H_0 = 72 \pm 8$  км/(с × Мпк). Победила дружба! Недавно команда Ключевого проекта КТХ подправила с новыми данными калибровки цефеид и сверхновых типа Ia и еще больше уточнила измераемое в ближней Вселенной значение постоянной Хаббла – теперь с точностью 5%:

$$H_0 = 74,2 \pm 3,6 \text{ км/(с} \times \text{Мпк)}.$$

Все-таки удивительно, что большая часть астрономов, пользуясь лишь здравым смыслом, еще 30 лет назад предвидели этот результат и в своей работе использовали  $H_0 = 75$  км/с на Мпк. Нам ничего не пришлось пересчитывать!

**Солнце в июне – июле 2010 г.**

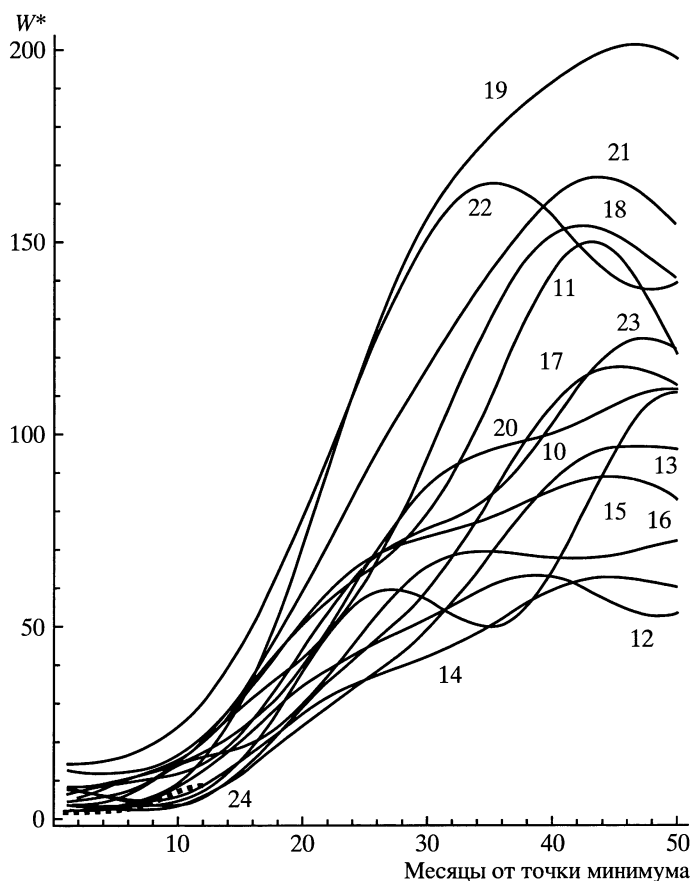
Солнечная активность в первые месяцы лета второго года развития текущего 24-го цикла продолжала расти, но достаточно медленным темпом: за два месяца отмечено лишь четыре дня без пятен, а на видимом диске Солнца наблюдали прохождение 15 активных областей. Все группы пятен были небольшого размера, из них 8 появились в Северном полушарии и 7 – в Южном. Сглаженные за год значения относительного числа пятен продолжали устойчиво расти. На данном этапе развития текущий цикл остается в фазе минимума, которая определяется как промежуток времени, когда сглаженные за год значения относительного числа пятен находятся в пределах значений  $W^* \leq 30$ .

Среднемесячные значения чисел Вольфа  $W_{июнь} = 13,5$  и  $W_{июль} = 16,1$ . Напомним, что сглаженное значение относительного числа солнечных пятен в декабре 2009 г. и январе 2010 г. составило  $W^* = 8,3$  и  $9,3$  соответственно.

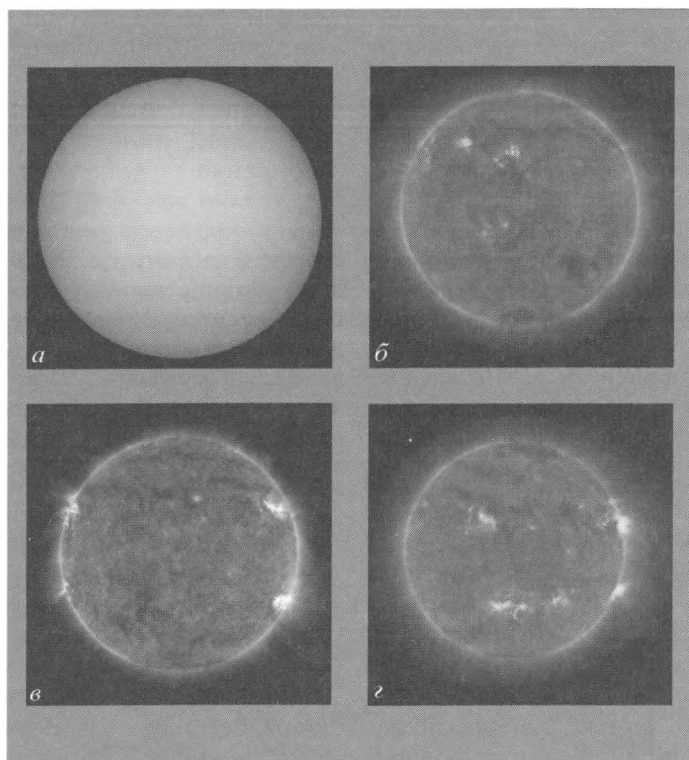
В первой половине июня 2010 г. на видимом диске Солнца постоянно наблюдалось от одной до трех небольших спокойных групп солнечных пятен, которые к

15 июня исчезли с видимого диска Солнца, они распались или ушли за западный лимб. 15–16 июня пятен на Солнце не было. Появление двух небольших групп пятен, которые продержались одну неделю, несколько

скрасили картину, но 25–26 июня Солнце вновь оказалось без пятен. В последние дни месяца у восточного лимба образовалась устойчивая небольшая группа пятен, которая 8 июля ушла за западный лимб Солнца.

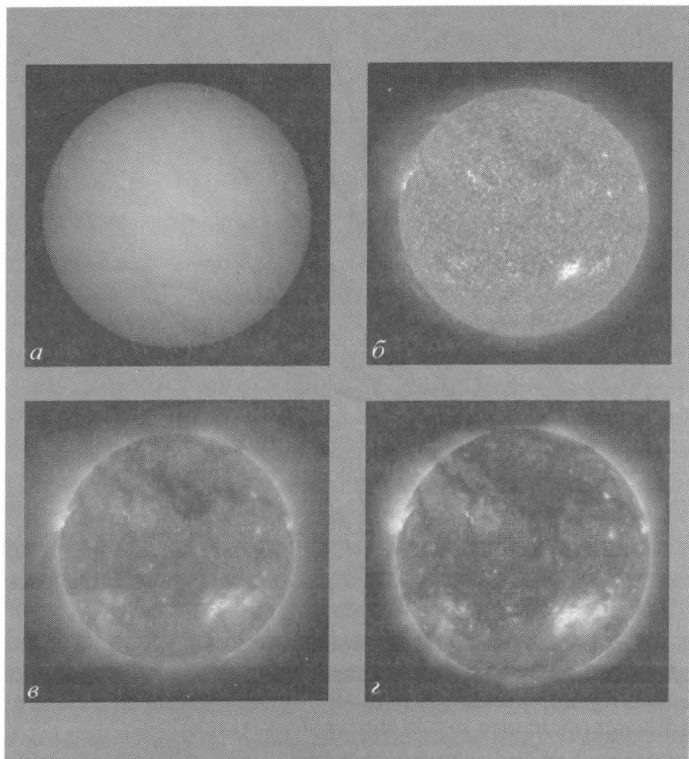


Ход развития (12 месяцев) текущего 24-го цикла солнечной активности (начальная фаза) среди всех достоверных (с 1849 г.) солнечных циклов.  $W^*$  – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.



Солнце 12 июня 2010 г.:  
 а) снимок фотосферы в непрерывном спектре ( $\lambda = 6767 \text{ \AA}$ ; космическая обсерватория "SOHO"; <http://www.solarmonitor.org>);  
 б, в, г) снимки в линии крайнего ультрафиолета железа FeIX ( $\lambda = 171 \text{ \AA}$ ; космические обсерватории "STEREO-B", "SDO" и "STEREO-A"; <http://www.spaceweather.com>).

Максимальное наблюдаемое число пятен отмечено 11 и 12 июня ( $W = 33$ ). Вспышечная активность весь месяц в основном была на очень низком уровне, однако 12 июня за счет быстрого развития вновь образованной 11 июня группы пятен Северного полушария произошла вспышка рентгеновского класса M2.0, сопровождавшаяся динамическими явлениями в радиодиапазоне и выбросом коронального вещества, что привело 16 июня к малой магнитной буре. Сразу после этого группа пятен развалилась. На следующий день в небольшой группе пятен Южного полушария у



Солнце 27 июля 2010 г.:  
 а) снимок фотосферы в непрерывном спектре ( $\lambda = 4500 \text{ \AA}$ ); б) в линии крайнего ультрафиолета гелия HeII ( $\lambda = 304 \text{ \AA}$ ); в) в линии крайнего ультрафиолета железа FeXII ( $\lambda = 193 \text{ \AA}$ ); г) синтезированное изображение атмосферы Солнца, составленное из трех снимков, сделанных 23 мая 2010 г. в линиях крайнего ультрафиолета ( $\lambda = 211, 171$  и  $193 \text{ \AA}$ ). Космическая обсерватория "SDO" [http://www.lmsal.com/solarsoft/latest\\_events/](http://www.lmsal.com/solarsoft/latest_events/).



западного лимба произошла еще одна вспышка среднего балла (M1.0). В эти два дня вспышечная активность была на среднем уровне. Выбросы солнечных волокон наблюдались 14, 20 и 23 июня, но они из-за расположения на видимом диске Солнца оказались не геоэффективными. Коронографы космической обсерватории «SOHO» зарегистрировали 80 выбросов коронального вещества небольшой интенсивности, среди которых пять были типа «частичного гало» (угловая ширина не больше 90°). В июне на видимом диске Солнца наблюдалось 10 корональных дыр и зарегистрировано 7 сут с возмущенной геомагнитной обстановкой. На геостационарной орбите в течение 17 сут регистрировался очень высокий поток релятивистских электронов с энергиями больше 2 МэВ.

В первой половине июля 2010 г. по видимому диску Солнца проходили две устойчивые группы пятен: одна – уже упомянутая группа Южного полушария, с 9 июля – такая же группа

пятен Северного полушария. На их фоне появилась еще пара эфемерных, существовавших 1–2 дня групп пятен, а 19 июля в Южном полушарии появилась третья устойчивая группа пятен, площадь которой в один из дней превысила 300 м.д.п. Данная группа пятен просуществовала до конца месяца и, хоть и в ослабленном состоянии, ушла за западный лимб. В июле мы впервые в текущем солнечном цикле наблюдали прохождение трех групп пятен по всему видимому диску Солнца. Максимальное наблюдаемое число пятен отмечено **23 июля** ( $W = 25$ ), а минимальное – 1–5 и 8 июля ( $W = 6$ ). Весь июль вспышек не наблюдалось (они появились в августе), а шесть дней активность оставалась низкой, остальной период вспышечная активность была на очень низком уровне. Четыре выброса солнечных волокон произошли 2, 5, 6 и 8 июля. На видимом диске Солнца зафиксировано пять рекуррентных корональных дыр, однако только двое суток геомагнитная

обстановка оставалась возмущенной. С 1 по 11 июля на геостационарной орбите отмечен очень высокий поток релятивистских электронов с энергиями больше 2 МэВ. Надо отметить, что такие плотные потоки релятивистских электронов во внешнем радиационном поясе Земли (в последнее время в литературе их называют «электроны-убийцы» из-за губительного воздействия на аппаратуру спутников) всегда привязаны к приходу к нашей планете высокоскоростных потоков от солнечных корональных дыр. Даже когда такие потоки вызывают малые геомагнитные возмущения, соответствующие «возмущенной геомагнитной обстановке», они в 85% случаев значительно увеличивают потоки электронов таких энергий.

Текущее состояние солнечной активности и ее прогноз на русском языке можно найти в Интернете (<http://www.izmiranru/services/saf/>). Страница обновляется каждый понедельник.

*В.Н. ИШКОВ  
ИЗМИРАН*

---

**Примечание.** Жителям Москвы и многих районов Центральной России надолго запомнится аномально жаркое лето 2010 г., лесные и торфяные пожары, ставшие причиной ужасного смога (Земля и Вселенная, 2010, № 5, с. 59). Эту крайне неблагоприятную обстановку усугубили геомагнитные возмущения в начале августа. 1 августа на видимом диске Солнца произошел значительный всплеск вспышечной активности, состоявший из двух явлений. Небольшая вспышка рентгеновского класса C3.2/SP сопровождалась умеренным всплеском радиоизлучения в микроволновом диапазоне и выбросом коронального вещества типа «гало», который после выхода в межпланетное пространство быстро ускорился до 2 тыс. км/с. На значительном удалении от вспышки «вытекло» гигантское (42°) солнечное волокно в центральной зоне Северного полушария, располагавшегося на довольно большой широте (37° с.ш.), породившее выброс коронального вещества. Интрига состояла в том, что оба вспышечных явления произошли одновременно, связи между этими событиями пока не обнаружено. Всесторонний анализ произошедшего еще впереди, но мы знаем такие примеры (например, октябрь–ноябрь 2003 г.). Возникновение глобальных импульсов вспышечной активности связано с причинами возникновения и развития магнитных полей на Солнце. Кроме этого, 1 августа был еще один выброс большого (25°) волокна из центральной зоны Солнца, центр которого находился на широте (19° с.ш.) Северного полушария. Все эти события привели к тому, что в околоземном космическом пространстве была зарегистрирована умеренная магнитная буря, длившаяся 55 ч (!). Это третья умеренная магнитная буря 2010 г. Первые две (рекуррентные) были зарегистрированы 4–7 апреля и 2–4 мая.

## Наум Ильич Идельсон

(К 125-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Видный астроном и гравиметрист, а также историк астрономии **Наум Ильич Идельсон** родился 1 (13) марта 1885 г. в Санкт-Петербурге в семье интеллигентов. У его отца было математическое образование, и, возможно, поэтому он хотел, чтобы сын овладел профессией, которая приносила бы реальный доход, например юриспруденцией. Согласно воле отца после окончания гимназии, давшей юноше прекрасное классическое образование (он в совершенстве

знал древнегреческий, латинский, французский, итальянский, немецкий и английский языки), Наум Идельсон поступил на юридический факультет Петербургского университета. Но наследственная склонность – любовь к математике – дала себя знать, и студент юрфака решил пройти курс двух факультетов. В 1909 г. он окончил юридический факультет, в 1912 г. – физико-математический.

Свою карьеру Н.И. Идельсон начал помощником присяжного поверенного. Начало его деятельности на этом поприще было очень успешным, особенно удавались ему бракоразводные процессы. Но страсть к математике пересилила, и Идельсон все бросил ради случайно представившейся ему возможности преподавать математику в Землемерном училище Шумера. Его всегда привлекала работа преподавателя, к тому же педагогическая нагрузка была не слишком обременительной и оставляла достаточно времени для самостоятельных научных изысканий.

Н.И. Идельсон посещает собрания Русского астрономического общества и Русского общества любителей мироведения, функционировавшего в Санкт-Петербурге с 1909 г. Но едва начавшаяся работа Н.И. Идельсона в области астрономии была прервана трагическим событием в отечественной истории – вступлением Российской империи в Первую мировую войну. Он был призван в действующую армию. Однако родственникам удалось устроить его в 13-ю инженерно-строитель-



*Н.И. Идельсон. 1930-е годы.*

ную дружину Союза земств и городов, созданную в начале войны в помощь фронту патриотически настроенными помещиками и промышленниками. Служба в формированиях Союза избавляла от солдатчины, обеспечивала практически офицерское положение.

Дружина располагалась в прифронтовой полосе в районе Пинских болот. В ее задачу входило сооружение запасных оборонительных позиций. Строили на совесть, и старые укрепления даже через тридцать лет послужили белорусским партизанам. Штаб дружины находился в имении князя И.Э. Друцкого-Любецкого в Парахонске близ Пинска.

Интересно отметить, что в эту же дружину при содействии В.А. Зоргенфрея, не только поэта, но и инженера, был зачислен табельщиком великий русский поэт Александр Блок (1880–1921). С августа 1916 г. Н.И. Идельсон и А.А. Блок служили вместе. Внук ректора Петербургского университета А.А. Блок тоже учился на юридическом факультете, но он был на пять лет старше Н.И. Идельсона, и до встречи в Парахонске они не были знакомы. Именно к этому времени относится фотография Идельсона и Блока, случайно обнаруженная автором настоящей статьи несколько лет назад при работе в архиве Пулковской обсерватории над сбором материала для научной биографии академика А.А. Белопольского (1854–1934). Место, где была сделана фотография, помогли установить воспоминания В. Леха «Блок в Парахонске». В. Лех – псевдоним Владимира Францевича Пржедпельского (1892–1952), поэта и журналиста, также оказавшегося по службе в этом княжеском имении. Он писал: *«Княжеское жилище, называемое палац, – типичный старопольский помещичий дом с фронтоном, поддерживаемый белыми колоннами. Как заколдованные рыцари, стерегут его великолепные пирамидальные тополя. Но уже издали видны следы опустошения, произведенные войной.*

*...В прежних княжеских залах царит хаос и запустение: потухшая гладь зеркал в золоченых, роскошной резьбы, рамах, немного отличающейся благородством линий мебели в стиле ампир, продырявленная историческая картина, тут же несколько походных кроватей и пожитки, принадлежащие командному составу дружины, штаб которой помещается в княжеской усадьбе... Осматривая зал, нахожу на дверях листок с фамилиями его теперешних обитателей.*

*Среди других фамилий вижу – Александр Блок.*

*... Общество наше довольно странное: рядом с поэтом Блоком – молодой симпатичный еврей – астроном Н.И. Идельсон, талантливый архитектор Л.И. Катонин (1876–1936), потомок композитора М.И. Глинки К.А. Глинка (1898–1937) и обозник – рубаха-парень с настоящей лошадиной душой»<sup>1</sup>.*

Именно в интерьере этого «палаццо», как видно на фотографии, и запечатлел неизвестный фотограф поэта и астронома.

С окончанием военной службы их контакты не прекратились. Блок с симпатией относился к Идельсону, что видно из его фронтовых писем матери<sup>2</sup>. Переписка А.А. Блока проливает свет и на некоторые факты биографии Н.И. Идельсона до большевистского переворота. Так, он писал матери из Петрограда 23 марта 1917 г.: *«Сейчас мне позвонил Идельсон. Оказывается, он через день после меня совсем уехал из дружины, получив вызов от Муравьева, и назначен секретарем Верховной следственной комиссии. Будут заседать в Зимнем дворце. Приглашает меня, не хочу ли я быть одним из редакторов (это значит, сидеть в Зимнем дворце и быть в курсе всех дел). Подумаю. Сейчас (говорит Идельсон) – вся*

<sup>1</sup> Я лучшей доли не искал. Сборник. М.: Правда, 1988.

<sup>2</sup> А. Блок. Дневник. М.: Советская Россия, 1989.



А.А. Блок и Н.И. Идельсон в 1916 г. во дворце князя И.Э. Друцкого-Любецкого в Парахонске.

*Литейная и весь Невский запружены народом, матросы играют марш Шопена...*

Верховная (Чрезвычайная) следственная комиссия была учреждена Временным правительством для расследования противозаконных действий царских министров и других представителей высшей бюрократии.

В начале мая 1917 г. Идельсон подтвердил приглашение, и Блок согласился. Астроном и поэт могли со знанием дела принять участие в этой работе, ведь они оба имели юридическое образование. Блок, по рекомендации Идельсона, стал редактором стенографического свода допросов и показаний, который должен был войти в отчет

будущему Учредительному собранию. В дневнике А.А. Блока за 1917 г. есть упоминания о Н.И. Идельсоне. Так, 10 июня он записал: *“Вечером у меня был Идельсон (умный “западник”)...”* А 15 июня отмечал: *“Вдруг – поздно вечером – зашел Идельсон. Он сегодня допрашивал Вырубову, в связи с Штюрмером, ничего не добился”.*

Это вынужденное возвращение Н.И. Идельсона и А.А. Блока к юридической практике было прервано захватом власти большевиками. Оба сразу заметили отличие этой революции от февральской. Блок почувствовал, что *“немного пахнет самодержавием”*, и в дневнике его можно найти запись: *“Буржуем называется всякий, кто накопил какие бы то ни было ценности, хотя бы и духовные”.* А в конце жизни с горечью говорил: *“Большевики не мешают писать стихи, но они мешают чувствовать себя Мастером...”*

Поэт недолго жил в новой России, он умер в 1921 г. Н.И. Идельсон пережил его на 30 лет, но никогда больше не возвращался ни к политике, ни к юриспруденции. Знавший Н.И. Идельсона как способного математика Н.А. Морозов, возглавлявший Астрономическое отделение Научного института им. П.Ф. Лесгафта, пригласил его в специальное вычислительное бюро, где работали также М.А. Вильев и Н.М. Штауде. Они должны были составлять таблицы, по которым можно было бы быстро вычислять положение Солнца, Луны и планет для датировки исторических памятников, содержащих указания астрономического характера, продолжения канона затмений Ополцера, вычисления орбит метеоров и других подобных задач.

Однако этого было недостаточно в условиях изоляции большевистского режима, так как в страну перестали поступать астрономические ежегодники. В дореволюционной России эфемеридная астрономия не развивалась ни в Пулковской обсерватории, ни в других астрономических учреждениях. По-



требности обсерваторий морского флота, геодезической и топографической служб удовлетворялись иностранными астрономическими ежегодниками, преимущественно английскими.

В 1919 г. для этих целей в Петрограде был учрежден Вычислительный институт при Всероссийском астрономическом обществе. Вскоре он был передан в ведение Наркомпроса, получив наименование Государственного вычислительного института, его директором был назначен Борис Васильевич Нумеров (1891–1941), избранный членом-корреспондентом АН СССР в 1929 г. и в конце 30-х гг. подвергшийся необоснованным репрессиям. Н.И. Идельсона пригласили работать в Институте, где кроме него не было специалистов, знакомых с теорией и практикой вычисления эфемерид. Необходимо было вычислять эфемериды больших и малых планет, Солнца и Луны, видимых координат звезд, моментов покрытий звезд Луной и обстоятельств солнечных и лунных затмений. Результаты расчетов были опубликованы в 1920 г. в семи брошюрах (“Выпусках”), а в декабре 1921 г. вышел в свет первый отечественный ежегодник – “Русский астрономический ежегодник на 1922 год”. Н.И. Идельсон руководил работой вычислителей основных разделов “Ежегодника”. Он написал пояснения ко многим разделам, а в приложении к “Ежегоднику” на 1922 г. опубликовал свою статью “Основные понятия сферической астрономии”.

В 1923 г. Государственный вычислительный институт объединился с Астрономо-геодезическим институтом, основанным в Петрограде в 1920 г. с целью разведки полезных ископаемых гравиметрическим методом. Новый институт стал называться “Астрономический”. Тематика этого Института включала уже не только исследования по небесной механике и составление астрономических таблиц, но и исследования по практической и теоретической гравиметрии и составление сводного

каталога гравиметрических пунктов СССР. Н.И. Идельсон становится руководителем Астрометрического отдела Астрономического института, а с 1924 г. и заместителем директора. Основная задача Астрометрического отдела – издание астрономических ежегодников, и неизменно Н.И. Идельсон является одним из их редакторов.

В середине 1920-х гг. Астрономический институт заключил договор с Берлинским вычислительным институтом – международным центром по расчету эфемерид – об обмене эфемеридными данными. В 1925 г. Н.И. Идельсона командировали в Берлинский вычислительный институт для согласования дальнейшей совместной деятельности. Он смог посетить также Планетный институт во Франкфурте-на-Майне, а затем Бюро долгот в Париже и некоторые французские обсерватории.

Заметен вклад Н.И. Идельсона и в кометную астрономию. Он определил элементы орбит нескольких комет и совместно с М.М. Мусселиусом предсказал появление кометы Мешена – Туттля в 1926 г. По появлениям этой кометы в 1885, 1899 и 1912 гг. было предвычислено ее появление с достаточной точностью.

В 1931 г. Н.И. Идельсон перешел в Теоретический сектор Пулковской обсерватории, специально созданный для проведения сводной обработки законченных рядов наблюдений, необходимой для вывода и уточнения фундаментальных астрономических постоянных и выполнения некоторых исследований в области небесной механики. Он обрабатывает наблюдения Солнца, сделанные в Пулково в 1885–1900 гг., наблюдения собственных движений звезд Гельсингфорской зоны, вычисляет возмущения в движении кометы Энке. С августа 1934 г. Н.И. Идельсон занимает должность заведующего Теоретическим сектором.

С 1929 по 1932 г. Н.И. Идельсон был председателем Русского астрономического общества, что свидетельствует

о его признании среди самых широких кругов астрономов-профессионалов. Вместе с тем ему пришлось быть и последним председателем этого Общества. Партийное руководство в СССР было неудовлетворено своим представительством в научных обществах страны. Оно стремилось к большему идеологическому влиянию и поставило вопрос о реорганизации научных обществ в Советском Союзе. 13 марта 1932 г. в Отделе культуры и пропаганды ленинизма (Культпропе) ЦК ВКП(б) состоялось совещание по вопросу об организации Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО), которое должно объединить все астрономические и геодезические общества страны. Первый съезд Всесоюзного астрономо-геодезического общества состоялся в Москве 17–21 января 1934 г. Он открылся политическим докладом народного комиссара Н.В. Крыленко с призывом к астрономам-специалистам признавать исследования, проводимые любителями, и содействовать научно-любительским работам. На последнем пленарном заседании состоялись выборы Правления. В него в числе других крупных ученых вошел и Н.И. Идельсон. На пленуме Правления первым Председателем Общества избрали Александра Александровича Михайлова (1888–1983), будущего академика (с 1964 г.) и директора Пулковской обсерватории (с 1947 г.).

В июле 1933 г. было образовано Ленинградское отделение ВАГО, и Н.И. Идельсона избрали его первым Председателем. Значительное внимание он уделял популяризации астрономических знаний.

В 1937–1939 гг. Н.И. Идельсон был репрессирован, однако в 1939 г. полностью оправдан Ленинблсудом и восстановлен во всех должностях и званиях.

С 1939 г. Н.И. Идельсон, вернувшись в Астрономический институт, входивший уже в систему Академии наук СССР, возглавляет Отдел эфе-

меридной службы и ежегодников. Для издания “Астрономического ежегодника СССР” была создана редакционная коллегия, и Н.И. Идельсона назначили ответственным редактором. Он руководил реорганизацией “Ежегодника”, который должен был выходить в расширенном варианте. По его инструкции велись вычисления раздела “Солнце”, он же был и автором пояснительных разделов. В приложениях к выпускам ежегодников на 1941 и 1942 гг. он опубликовал статьи о редуционных вычислениях и фундаментальных постоянных в астрономии, в которых с исчерпывающей полнотой впервые в отечественной литературе изложил важные вопросы эфемеридной астрономии. Н.И. Идельсона можно по праву считать основоположником отечественной эфемеридной астрономии.

Как уже отмечалось, в тематике Астрономического института важное место занимали проблемы гравиметрии. Н.И. Идельсон, будучи теоретиком, принимал участие в подготовке гравиметристов, еще в начале 1930-х гг. читал в Институте спецкурс по гравиметрии и теории потенциала. Он разрабатывает проблему Стокса, развивает теорию определения фигуры Земли по маятниковым наблюдениям силы тяжести. На седьмой Балтийской геодезической конференции, прошедшей в 1934 г. в Москве, он сделал доклад “Об определении фигуры Земли по наблюдениям силы тяжести”.

Из работ в этой области особо следует отметить его монографию “Теория потенциала с приложениями к теории фигуры Земли и геофизике”, выдержавшую три издания. Н.И. Идельсон инициирует перевод классического труда П. Аппеля “Фигуры равновесия вращающейся однородной жидкости”, который выходит под его редакцией и к которому в качестве дополнения он представил две свои статьи, одну с подробным изложением теории фигур равновесия А.М. Ляпунова, другую – об эллипсоидальном геоиде.

Начавшаяся Великая Отечественная война прервала работу Н.И. Идельсона в области астрономии, но не гравиметрии. В декабре 1941 г. он был эвакуирован из блокадного Ленинграда в Казань. Астрономический институт оставался еще в Ленинграде, и Н.И. Идельсона перевели в Институт теоретической геофизики АН СССР (ИТГ). В середине 1942 г. он организовал в ИТГ Гравиметрическую лабораторию. Тематика лаборатории была подчинена целям гравиметрического производства. Одновременно Н.И. Идельсон был заведующим кафедрой геофизики Казанского университета.

После возвращения из эвакуации Н.И. Идельсон возобновил свою преподавательскую деятельность в Ленинградском университете, где еще в 1926 г. был ассистентом, в 1931 г. – доцентом, а в 1933 г. – профессором по кафедре астрономии. В 1936 г. ему присудили ученую степень доктора физико-математических наук без защиты диссертации. Н.И. Идельсон читал лекции по общей астрономии всем студентам механико-математического факультета, а не только в астрономической группе. В последней он читал теоретическую астрономию, теорию потенциала, теорию фигуры Земли, теорию вероятностей и курс “Способ наименьших квадратов и теория математической обработки наблюдений”, историю астрономии.

К концу войны оживилась деятельность Астросовета, в задачу которого входила координация работы всех астрономических учреждений страны – как академических, так и универси-

тетских. Н.И. Идельсону предложили должность Председателя Астрометрической комиссии.

С 1946 г. Н.И. Идельсон работал также в Пулковской обсерватории, где заведовал Астрометрическим отделом. Он вновь обработал длинный ряд наблюдений на пассажном инструменте и первом вертикале, сделанном А.С. Васильевым с 1925 по 1941 г. для определения постоянной нутации. Н.И. Идельсон сделал вывод о том, что при малом числе ярких звезд, наблюдаемых в Пулково, принципиально невозможно получить точные результаты, необходимые для решения задачи. Более значительные результаты дали обработки старых рядов пулковских наблюдений Солнца.

На протяжении всей жизни Н.И. Идельсон занимался историей астрономии. Он написал книгу “История календаря” (1925), очерки по истории астрономии “Этюды по истории планетных теорий”, “Закон всемирного тяготения и теория движения Луны”, “О механике Лагранжа”, научные биографии Н. Коперника, Г. Галилея, И. Ньютона, П.С. Лапласа, А.К. Клеро, У. Леверье, М.В. Ломоносова и Н.И. Лобачевского.

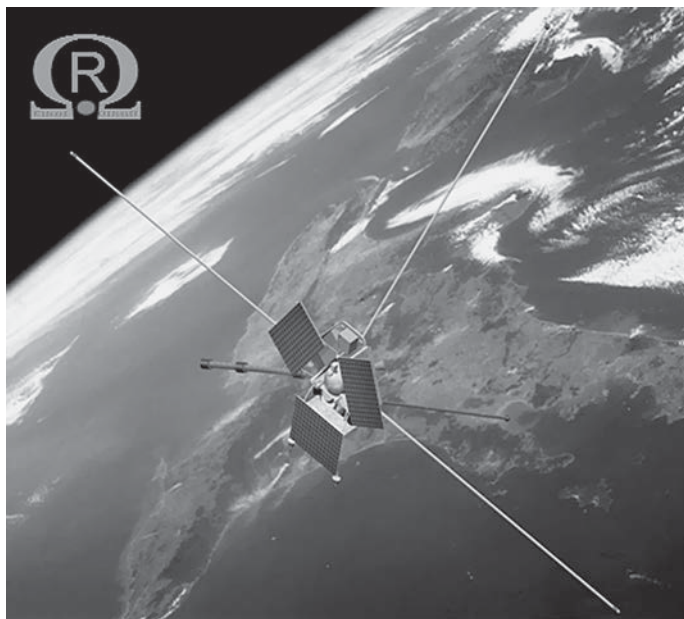
Н.И. Идельсон скоропостижно скончался 14 июля 1951 г.

Его исследования в области астрономии и гравиметрии, а также истории астрономии вошли в золотой фонд отечественной науки.

*А.В. КОЗЕНКО,  
доктор физико-математических наук  
ИФЗ РАН*

## Конференция по проекту “Резонанс”

С 1 по 5 июня 2010 г. в ИКИ РАН прошла международная конференция «Физика внутренней магнитосферы и авроральной области: актуальные задачи и методы их решения (проект “Резонанс”)». Организатор – Институт космических исследований РАН. В Конференции приняло участие более 60 специалистов в области изучения космической плазмы из российских и зарубежных научных организаций. Главной темой обсуждения стали научные и технические задачи, связанные с реализацией российского космического многоспутникового проекта “Резонанс”, предназначенного для изучения внутренней магнитосферы Земли, параметров плазмы и особенностей взаимодействия плазменных волн и частиц, а также физических процессов в авроральной области. Программа Конференции включала секции, посвященные техническим аспектам проекта: составу и принципам работы



научной аппаратуры, а также секции, где обсуждались фундаментальные вопросы физики внутренней магнитосферы, которые предстоит решить в ходе реализации проекта. Отдельная секция была посвящена “родственным” проектам, реализуемым в других странах.

Проект “Резонанс” продолжит исследования, начатые в рамках международного проекта

“Интербол” (1995–2000; Земля и Вселенная, 1996, № 5). По словам заместителя научного руководителя проекта кандидата физико-математических наук **М.М. Могилевского** (ИКИ РАН), “Резонанс” включает проведение исследований на принципиально новом уровне, будет повышено временное и пространственное разрешение измерений параметров плазмы и



электромагнитных полей магнитосферы Земли.

Внутренняя магнитосфера представляет собой область пространства, в которой магнитное поле Земли близко к дипольному. Параметры плазмы быстро изменяются в пространстве и времени, поэтому измерения необходимо производить одновременно в нескольких точках пространства с высоким временным разрешением. Поскольку во внутренней магнитосфере плазма замагничена, большинство процессов локализуется вокруг силовой линии магнитного поля. Главная особенность проекта состоит в том, что все четыре спутника будут выведены на орбиты, двигаясь по которым они смогут подолгу находиться в зоне одной и той же силовой трубки магнитного поля Земли (ближайшая окрестность выбранной силовой линии). Такие орбиты называются магнитосинхронными. Во внутренней магнитосфере (приблизительно  $6 R_{\oplus}$ ) электроны и протоны, а также электромагнитное излучение свистовой моды (частоты умеренной мощности – 0,1–1 кВт) “привязаны” к силовым линиям магнитного поля, и длительные наблюдения будут способствовать более полному пониманию их “поведения”.

В задачи проекта “Резонанс” входят исследо-

вания взаимодействий между волнами и частицами в небольших объемах космического пространства (около  $1 \text{ км}^3$ ) и мониторинг крупномасштабных изменений (сотни и тысячи километров) в магнитосфере, связанных с геомагнитной активностью и магнитными бурями. Одновременные измерения параметров плазмы в разных точках исключительно важны, поскольку позволяют отделять пространственные изменения от временных.

На двух парах спутников будут установлены приборы для измерения электромагнитных полей в широком диапазоне частот, измерения параметров тепловой и сверхтепловой плазмы и для регистрации высокоэнергичных электронов и протонов.

Помимо пассивных измерений научная программа проекта “Резонанс” содержит активные эксперименты с использованием наземных установок – нагревных стендов (мощных передатчиков коротковолнового диапазона, излучение которых фокусируется большими антенными полями практически вертикально с тем, чтобы создать на уровне ионосферы сильные поля, приводящие к контролируемому нагреву ионосферной плазмы), предназначенных для геофизических исследований.

Одна из трех орбит в сутки будет проходить над нагревным стендом в Анкоридже (Аляска, США). В ходе подобных экспериментов спутники длительное время будут находиться в зоне одной и той же силовой линии, контролируемой соответствующей наземной установкой, что позволит экспериментаторам фиксировать те изменения, которые вносит искусственный нагрев в динамику магнитосферно-ионосферной электродинамической системы.

В проекте “Резонанс” принимают участие российские и зарубежные научные организации: ИКИ РАН, ИЗМИРАН, Институт прикладной физики РАН, Институты космических исследований Австрийской и Болгарской АН, Институт исследований Солнечной системы Общества им. М. Планка (Германия), Институт физики атмосферы Чешской республики, Центр космических исследований Польши, Университеты Мэриленда (США) и Оулу (Финляндия), Фракийский университет (Греция).

Четыре малых космических аппарата массой порядка 250 кг каждый разрабатываются в НПО им. С.А. Лавочкина. Запуск спутников должен состояться в 2014 г. Сборка и испытания летных образцов четырех спутников пройдут в 2012–2014 гг. Планируемый

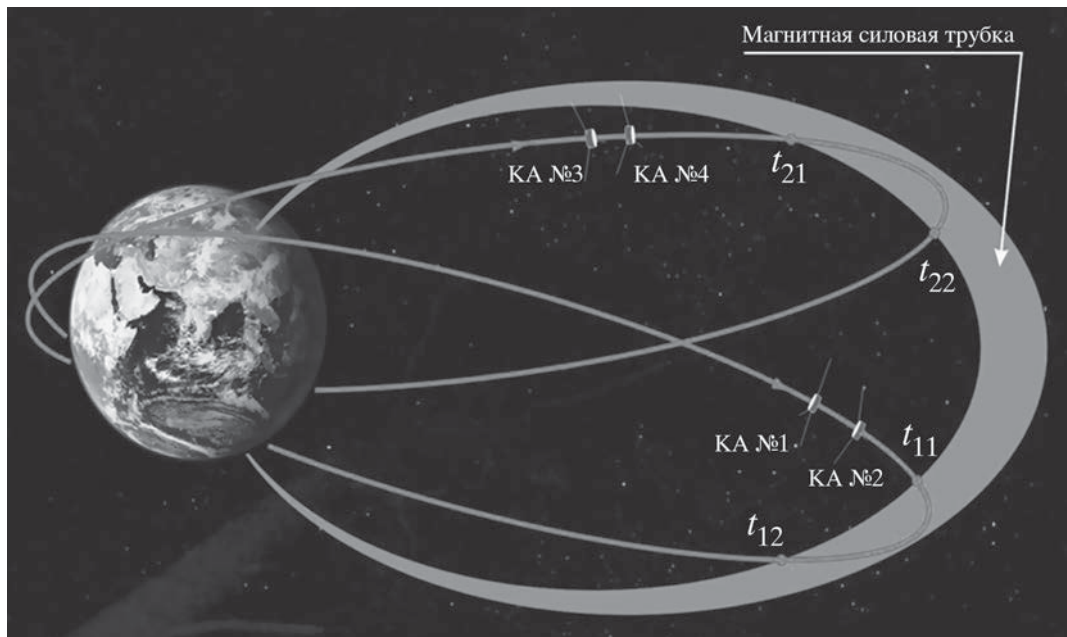


Схема рабочих орбит четырех ИСЗ “Резонанс”. Указано время входа и выхода пар спутников из области магнитной силовой трубки ( $t_{11}$ ,  $t_{12}$ ,  $t_{21}$ ,  $t_{22}$ ). Рисунок ИКИ РАН.

срок работы космических аппаратов – 5 лет.

Первый день Конференции был посвящен техническим вопросам проекта. Подробный доклад о возможности работы космических аппаратов “Резонанс”, их конструктивных особенностях и характеристиках сделал заместитель главного конструктора проекта, начальник отдела НПО им. С.А. Лавочкина доктор технических наук **В.Н. Кудряшов**. Сотрудник НПО им. С.А. Лавочкина кандидат технических наук **А.В. Погодин** рассказал об особенностях орбит и способах выведения спутников. В соответ-

ствии с программой полета космические аппараты будут распределены по парам на две орбиты высотой  $500 \times 28\,000$  км, период их обращения – 8 ч, наклонение –  $\pm 63,4^\circ$ . При этом все четыре спутника выведет одна ракета-носитель “Союз” с разгонным блоком “Фрегат”. Первоначально расстояние между спутниками внутри пары составит 10 км, а затем будет увеличиваться.

Второй день Конференции был посвящен научным проблемам, которые могут быть решены с помощью проекта “Резонанс”. На секциях специалисты обсуждали аспекты взаимодействия

плазменных волн и частиц, процессы, происходящие в авральной зоне магнитосферы.

В рамках этих исследований, планируется проверить режимы “работы” магнитосферного циклотронного мазера – особого механизма взаимодействия волн и частиц. Этот механизм определяет динамику радиационных поясов в магнитосферах планет и их собственное электромагнитное излучение. О том, что представляет собой данный механизм, рассказал на Конференции доктор физико-математических наук **А.П. Демехов** (Институт прикладной физики

РАН). Механизм был впервые предложен и теоретически разработан сотрудниками Института прикладной физики РАН (Нижний Новгород).

Доклад доктора физико-математических наук **А.А. Петруковича** (ИКИ РАН) был посвящен

“родственным” проектам (текущим и планируемым) по исследованию магнитосферы. Российский проект “Резонанс” в случае его успешной реализации станет частью международной программы “Жизнь со звездой”, разработанной NASA в

2001 г. Она объединяет космические проекты по изучению Солнца, гелиосферы, земной магнитосферы и солнечно-земных связей (см. статью И.С. Веселовского в этом номере).

*Д.Е. ОДИНЦОВА*  
*ИКИ РАН*

---

## *Информация*

---

### **Капсула “Хаябуса” возвратилась на Землю**

Японское космическое агентство (JAXA) объявило об успешном завершении полета АМС “Хаябуса” (“Hayabusa”) к астероиду Итокава (№ 25143, Itokawa), начавшегося в 2003 г. (Земля и Вселенная, 2004, № 1, 33–35). Напомним, что АМС подлетела к астероиду Итокава и 13 сентября 2005 г. вышла на орбиту искусственного спутника этого астероида (его размер  $60 \times 548$  м), 23 и 25 ноября того же года она дважды совершала короткие посадки на его поверхность и взяла пробы грунта, через три дня она отдалась от астероида и вышла на гелиоцентрическую орбиту (Земля и Вселенная, 2006, № 1, с. 76). Капсула с образцами грунта астероида должна была вернуться на Землю еще в июне 2007 г., но из-за потери связи “задержалась” почти на три года. 13 июня 2010 г. станция вошла в ат-



*Вскрытый контейнер капсулы АМС “Хаябуса” с частицами грунта, взятыми с астероида Итокава. 5 июля 2010 г. Фото JAXA.*

мосферу Земли и сбросила возвращаемую капсулу, в которой находились образцы вещества астероида. Капсула приземлилась в районе полигона Вумера на юге Австралии.

В течение двух недель после посадки капсулу обследовали, затем вскрыли контейнер с образцами грунта астероида и нашли

на ее стенках частицы вещества размером  $0,01-1$  мм. Возможно, в контейнере обнаружатся и более мелкие частицы. По мнению ученых, для детального анализа необходимо, чтобы их диаметр был не менее  $0,005$  мм.

Пресс-релизы JAXA,  
13 июня и 5 июля 2010 г.

## **Второй Международный симпозиум “Космос и глобальная безопасность человечества”**

5–9 июля 2010 г. в Риге (Латвия) прошел Второй Международный специализированный симпозиум “**Космос и глобальная безопасность человечества**”, организованный Международной академией астронавтики (МАА), Российской академией космонавтики им. К.Э. Циолковского (РАКЦ) и Международной ассоциацией “Знание”. Он получил поддержку со стороны ряда организаций ООН, национальных космических агентств, правительства и парламента Республики Латвия, российского внешнеполитического ведомства и неправительственных организаций. В Симпозиуме, прошедшем на базе рижского Института транспорта и связи, приняли участие представители ряда космических агентств и международных организаций, руководители профильных аэрокосмических предприятий, ученые, инженеры и специалисты из Австрии, Беларуси, Бол-

гарии, Германии, Гонконга, Голландии, Грузии, Израиля, Индии, Италии, Казахстана, Камеруна, Канады, Латвии, Нигерии, России, Румынии, США, Тайваня, Турции, Украины, Швеции, Чехии и Франции.

На Симпозиуме продолжено обсуждение проблематики создания Международной аэрокосмической системы глобального мониторинга (**МАКСМ**), разработанной НИИ космических систем им. А.А. Максимова (филиал ГКНПЦ им. М.В. Хруничева). Система предназначена для эффективного и адекватного прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, глобальных угроз из космоса посредством интеграции всей имеющейся мониторинговой информации о состоянии околоземного космического пространства, ионосферы, атмосферы и литосферы Земли. В 2007–2010 гг. прорабатывались пред-

ложения по созданию такой системы на международных научных форумах, проходивших в Москве, Королёве и Казани (Россия), Киеве, Днепрпетровске и Донецке (Украина), Париже и Версале (Франция), Риме (Италия), Бонне (Германия), Пекине и Шанхае (Китай), Хайфе (Израиль). В ноябре 2009 г. на первом Международном симпозиуме “Космос и глобальная безопасность человечества”, состоявшемся в г. Лимассол (Республика Кипр), разработки по МАКСМ получили официальный **статус проекта**, реализуемого в широкой научной кооперации под эгидой МАА.

На открытии Симпозиума с приветствиями наряду с его организаторами выступили представители ООН, Правительства Республики Латвия, Федерального космического агентства, Европейского космического агентства, межправительственных струк-



тур СНГ. В докладах на пленарных заседаниях были озвучены цели и основные направления деятельности мирового сообщества по использованию космической техники и технологий в интересах обеспечения глобальной безопасности. В ходе рижского Симпозиума состоялось дальнейшее предметное обсуждение политических, правовых, организационных и технических аспектов реализации проекта МАКСМ, перспектив расширения круга его участников, итогов деятельности профильной рабочей группы МАА, организационное оформление «Международного общественного комитета по реализации проекта МАКСМ».

Работа Симпозиума прошла в рамках трех основных направлений: «Современная стратегия освоения космоса и безопасность», «Концепция МАКСМ» и «Техногенное засорение околоземного пространства как источник чрезвычайных ситуаций в космосе и на Земле. Перспективы формирования единого информационного пространства безопасности с использованием навигационно-телекоммуникационных ресурсов МАКСМ». Представители национальных космических агентств, ряда крупных организаций ракетно-космической отрасли ведущих космических



*Президиум Международного симпозиума “Космос и глобальная безопасность человечества”: доктор технических наук В.А. Меньшиков (руководитель проекта МАКСМ), Генеральный секретарь Международной академии астронавтики Ж.-М. Контент, заместитель руководителя Федерального космического агентства А.К. Шилов, профессор Е.С. Малитиков (Международная ассоциация “Знание”), румынский космонавт Д. Прунариу (руководитель Комитета ООН по исследованиям и использованию космического пространства в мирных целях), президент Института транспорта и связи И.А. Кабашкин.*

держав и видные ученые в своих выступлениях на пленарных и секционных заседаниях Симпозиума осветили состояние работ в области аэрокосмического мониторинга, обменялись информацией по решению первоочередных задач в направлениях эффективного прогноза разрушительных природных явлений и техногенных катастроф, а также охарактеризовали перспективные направления исследований и объединения усилий по решению проблемы предупреждения и предотвращения их негативных последствий.

Участники учредительного заседания Общественного комитета по реализации проекта МАКСМ единодушно решили, что Комитет будет наделен функциями коллегиального управляющего органа, работающего под эгидой и в рамках МАА и РАКЦ. Цель работы Комитета – привлечение внимания общественности к проекту на национальном и международном уровнях, консолидации профильных ученых и специалистов, поиска новых идей и технических решений в области прогнозирования стихийных бедствий



*Доктор технических наук В.А. Меньшиков выступает с основным докладом «Проект “Международной аэрокосмической системы глобального мониторинга” – новый подход к проблеме борьбы со стихийными бедствиями».*

и техногенных катастроф, привлечение административных и финансовых ресурсов для его реализации. Основные задачи Комитета: системное управление проектом, его политическая и международно-правовая поддержка, налаживание сотрудничества и координация взаимодействия государственных организаций, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в межгосударственной кооперации, научно-техническое, фи-

нансово-экономическое и организационное сопровождение проекта на всех этапах его реализации и эксплуатации. В 2010–2011 гг. Комитет обязуется:

- установить постоянные контакты на уровне двусторонних соглашений с профильными организациями, проектами и программами;

- обеспечить политическое признание проекта на национальных и международном уровнях;

- организовать комплексные научно-исследовательские работы с участием зарубежных специалистов;

- проработать вопросы финансирования проекта на национальных и международных уровнях, в том числе за счет привлечения частных инвестиций;

- определить порядок работы Комитета, включая процедуры выработки и принятия оперативных и долгосрочных решений.

Участники Симпозиума пришли к выводу о том, что МАКСМ должна задействовать все достижения в области экологического мониторинга с использованием космических, авиационных и наземных средств. Только современные технические и технологические достижения и методы мониторинга из космоса дают принципиально новую возмож-

ность решать комплекс важнейших проблем в интересах предсказания и предотвращения природных и техногенных стихийных бедствий. Наряду с собственным ресурсом системы должны быть использованы технологические и информационные достижения национальных (Индия, Италия, Китай, Россия, США, Украина, Франция, Япония) и международных космических систем и программ, вносящие существенный вклад в развитие процесса обеспечения информацией о чрезвычайных ситуациях в различных регионах Земли.

На предложенную российскими учеными и специалистами, поддержанную их зарубежными коллегами концепцию создания МАКСМ предполагается возложить комплексное решение спектра прогнозных, телекоммуникационных и природоохранных задач. Практическая реализация проекта МАКСМ означает начало новой, единой стратегии освоения космоса – обеспечение экологически безопасного и социально устойчивого развития всего мирового сообщества. Итогом работы Симпозиума стало формирование “Международного общественного комитета по реализации проекта МАКСМ”, в состав которого вошли главы ряда национальных

космических ведомств, руководители ведущих предприятий ракетно-космической отрасли, видные ученые и администраторы, а также профильные специалисты и политики, представляющие более 20 стран мира. На Симпозиуме было принято решение:

– продолжить работу по продвижению проекта МАКСМ в национальных космических агентствах, профильных международных научных и общественных организациях;

– “Международному общественному комитету по реализации проекта МАКСМ” активизировать взаимодействие с про-

фильными комитетами, департаментами и программами ООН по организационным, политико-правовым и финансовым аспектам использования ресурсов МАКСМ в интересах международного сообщества, а также реализации предложенного проекта в рамках соответствующих программ ООН с периодическим представлением результатов работы по предотвращению катастроф на международных форумах ООН по космосу с последующим вынесением на ежегодную Генеральную Ассамблею;

– Международной академии астронавти-

ки включить доклады руководителя проекта МАКСМ о результатах работы по его продвижению в программу работы саммита, посвященного 50-летию МАА (Вашингтон, 7 ноября 2010 г.).

Симпозиум поручает Оргкомитету довести принятое решение до государственных и общественных организаций стран-участниц, а также профильных структур ООН.

*В.И. ЗАХАРОВ*

*НИИ космических систем  
им. А.А. Максимова*

*Фотографии  
предоставлены  
пресс-службой Роскосмоса*

---

## *Информация*

---

### **Новый удар по Юпитеру**

3 июня 2010 г. независимо друг от друга любители астрономии Энтони Уэсли (Австралия) и его коллега с Филиппин Кристофер Гоу зафиксировали яркую вспышку на Юпитере (см. стр. 3 обложки). Причем они не только наблюдали

ее в телескопы, но и сделали видеозаписи. Вспышка возникла, скорее всего, в результате падения на Юпитер одного из астероидов размером 100–200 м, который проник в атмосферу планеты на той же широте, где недавно исчез южный облачный пояс (Земля и Вселенная, 2010, № 5, с. 85). Через три дня КТХ в оптическом и ультрафиолетовом диапазонах (с помощью камеры WFC-3) удалось зафиксировать след в разрывах облаков от врезавшегося в Юпитер небесного тела. При более

поздних наблюдениях этот след (в виде пятна) уже не обнаружился.

Это не первое наблюдавшееся падение тел на Юпитер. Напомним, что в июле 1994 г. на него упали фрагменты ядра кометы Шумейкеров – Леви 9, а в июле 2009 г. – крупное небесное тело, образовав темные пятна (Земля и Вселенная, 1994, № 6; 2009, № 6, с. 25).

По материалам РИА Новости, 4 июня 2010 г. пресс-релизы Института КТХ, NASA/ESA, 3 и 7 июня 2010 г.

## Рождение “дошкольной астрономии”

Е.П. ЛЕВИТАН,  
доктор педагогических наук

---

**В недалеком прошлом проблем “дошкольной астрономии” не существовало, потому что ее просто не было и никто всерьез о ней не говорил. По умолчанию считалось, что детсадовские малыши до астрономии не доросли и из их**

**окружающего мира (комната, дом, улица, город и т.д.) Вселенная безоговорочно исключалась. Но со временем ситуация изменилась, и, по мнению автора, сейчас не только можно, но и нужно рассматривать дошкольную астрономию как одно**

**из перспективных направлений дидактики астрономии, предметом исследования которой традиционно являются методические, педагогические и философские проблемы астрономического образования старшекласников.**

НУЖНА ЛИ  
ДОШКОЛЬНАЯ АСТРОНОМИЯ

Многолетний опыт преподавания астрономии в советской школе, где астрономия была обязательным предметом, свидетельствует о том, что недостаточно преподавать астрономию только на пороге окончания школы. Для глубокого и прочного усвоения основ астрономии необходимо терпеливо формировать важнейшие астрономические понятия, начиная с первых лет обучения в школе и даже с дошкольного возраста детей. Схема такого поэтапного процесса рассматрива-

лась автором в его книгах “Дидактика астрономии” и “Вселенная школьника XXI века”, а также в статьях, посвященных четырем ступеням детского и юношеского познания Вселенной (“Вселенная дошкольника”, “Вселенная младшего школьника”, “Вселенная подростка”, “Вселенная старшеклассника”). В основу этой “педагогической иерархии вселенных” положена именно **дошкольная астрономия, которую можно считать не только своеобразным введением в школьное астрономическое образование, но и стартовой площадкой**

**для развития школьной, любительской и профессиональной астрономии.**

В XXI в. космос стал неотъемлемой частью жизни не только взрослых, но и детей. Маленькие дети, не по годам умные, сегодня хотят получить ответы на интересующие их вопросы, не дожидаясь, когда станут школьниками. Школьная педагогика и психология помогут нам определить, доступны ли дошкольникам вопросы астрономии и космонавтики в самом элементарном изложении. Сейчас я убежден в том, что есть



веские основания дать положительный ответ на этот вопрос. Речь идет не о том, чтобы каким-то образом заставлять дошкольников заниматься астрономией. Речь идет не о том, чтобы как-то искусственно перегружать детей недоступными им понятиями. Речь идет только о том, что **мы можем и должны способствовать развитию естественного интереса, возникающего пусть даже не у всех малышей, а лишь у тех из них, кто больше всего интересуется космосом.** Это поможет развивать их интеллект и в буквальном смысле расширять кругозор и обязательно вскоре сделает их детьми, интересными для одноклассников, потому что ученик младших классов, проявляющий определенную эрудицию в вопросах астрономии, неизменно оказывается в центре внимания детей, окружающих его в школе и дома.

ИНТЕРЕСНО ЛИ  
И ДОСТУПНО ЭТО ДЕТЯМ?

“Детская астрономия” стремительно молодеет, что связано с рядом факторов разной природы (акселерация, появление богатой астрономической информации в Интернете, необходимость использовать естественный интерес к астрономии как мотив учебы в школе и т.д.). Давно известно, что личность

формируется в детском и юношеском возрасте, но лишь сравнительно недавно психологи выяснили, что мышление ребенка уже дошкольного возраста перестает быть только наглядно-образным, оно может быть и в какой-то мере абстрактным, позволяющим ему достаточно адекватно воспринимать то, что ранее считалось недоступным для ребенка. Этим мы и пытаемся воспользоваться, предлагая воспитателям различных детских дошкольных учреждений, родителям, бабушкам, дедушкам и просто равнодушным к астрономии взрослым проводить с дошкольниками занятия по астрономии (и тесно связанной с ней космонавтике). При этом мы учитываем и то, что дети старшего дошкольного возраста с удовольствием наблюдают за различными природными явлениями. Следовательно, их легко заинтересовать простейшими астрономическими наблюдениями, которые, как правило, должны быть не одноразовыми, а продолжаться на протяжении довольно длительного времени. О том, что такие занятия не только доступны, но и интересны старшим дошкольникам, свидетельствуют их бесчисленные “почемучкины” вопросы, их желание читать вместе со взрослыми адресованные им книги, посещать планетарии и музеи космонавтики. В

том, что астрономия и космонавтика интересуют дошкольников, легко убедиться, побеседовав с детьми в детских садах или наблюдая за ними во время экскурсий. Ограничусь одним примером. 4 октября 2009 г. я был приглашен в московский Мемориальный музей космонавтики, где торжественно отмечались годовщина запуска I ИСЗ и начало учебного года в системе “музейной педагогики”. Многие родители привели на этот праздник детей дошкольного возраста, и можно было наблюдать, какой интерес вызывали у малышей экспонаты Музея и рассказы экскурсоводов. Мне нередко приходится слышать от специалистов в области астрономии и космонавтики, взявших на себя труд вести кружки в различных учреждениях дополнительного образования, что число детей среднего и старшего возраста, занимающихся в этих кружках, в последнее время заметно уменьшилось, а старших дошкольников, желающих заниматься астрономией, становится больше... Занятия астрономией не только доступны и интересны дошкольникам, но и полезны им, поскольку способствуют развитию любознательности и познавательных способностей малышей, внося тем самым существенный вклад в подготовку детей к учебе в школе.

К сожалению, часто забывают о том, что учеба в школе должна быть интересной школьникам, а потому до сих пор скуку не удалось изгнать из стен школы, хотя к этому призывали великие педагоги прошлого, например К.Д. Ушинский. Между тем вряд ли может быть что-нибудь более интересное, чем изучение астрономии. Я утверждаю это не только и не столько потому, что, еще в школьные годы увлекшись астрономией, до сих пор обожаю занятия ею. Убежден, что познание тайн Вселенной и приобщение к ним – источник постоянного и глубочайшего интеллектуального и эмоционального наслаждения, которого не должны лишаться ни взрослые, ни дети. Вселенная весьма неохотно раскрывает свои тайны. Они глубоки и сложны, но, к счастью, суть их может быть популярно и увлекательно изложена. Благодаря этому знания о Вселенной, когда-то являвшиеся достоянием горстки посвященных, могут в наши дни стать доступными каждому. Могут, но далеко не всегда становятся, ведь не секрет, что знания по астрономии у многих взрослых людей, живущих в **космической эре**, остаются на уровне, очень далеком от современного. Нередко вопросы о космосе, задаваемые в наши дни маленькими “почемучками”, ставят взрослых в тупик.

...Хорошо было первобытному папаше, который, нарисовав на песке семизвездие ковша Большой Медведицы, практически уже осуществил астрономическое образование своих детишек. Этот папаша нарисовал то, что видел на небе, но при всем желании он не мог рассказать детям о том, что такое звезды, что представляют собой Луна и Солнце и т.д.

Сегодня трудно себе вообразить, что всего 500 лет назад Н. Коперник открыл, что Земля – одна из планет Солнечной системы. За столетия, прошедшие со времени открытия Коперника, астрономы узнали много важного и интересного о природе Солнца, планет, астероидов и комет, то есть небесных тел, входящих в Солнечную систему. Во времена Коперника еще не был изобретен телескоп, а сейчас в распоряжении астрономов огромные наземные и космические телескопы, которые позволяют заново открыть и Солнечную систему, и Галактику, и, наконец, необъятную Вселенную, крошечной частью которой являются Солнечная система, наша Земля и мы все, живущие на ней.

Вселенная XXI в. поражает воображение. За красивым “занавесом” из наблюдаемых нами созвездий телескопы позволяют увидеть грандиозный Мир звезд и галактик, удаленных от нас на невообразимые

расстояния и обладающих поистине удивительными свойствами. Этот Мир “населяют” звезд-гиганты и звезды-карлики, в нем есть множество чудовищных черных дыр, в нем встречаются самые разнообразные галактики (в том числе “галактики-каннибалы”)... Уже давно стало известно, из-за чего происходят затмения Солнца и Луны, почему Луна меняет свой вид, появляются “падающие звезды” и кометы. И, конечно, не только это, ведь мы, например, поняли, как велика Вселенная, какое место в ней занимают наша Солнечная система и наша Галактика. Мы узнали, что наша Вселенная, несмотря на весьма почтенный возраст (ей примерно 14 млрд лет), остается вечно молодой.

На наших глазах осуществляется многовековая мечта человечества – полеты в космос. Люди могут работать пока только в околоземном космическом пространстве, и лишь несколько человек летали на Луну. В недалеком будущем облет Луны смогут совершать космические туристы, которые уже выстроились в очередь. Вначале это будет, конечно, шоу для богачей, но со временем все большее число людей сможет участвовать в подобных развлечениях. Космические туристы будут развлекаться, а космонавтам и астронавтам предстоят полеты на

Луну и Марс с пользой для науки.

Людей в космосе опережают роботы. Именно такими, по сути, являются автоматизированные искусственные спутники Земли и автоматические межпланетные станции, которые уже сейчас успешно летают к близким и далеким планетам, астероидам и кометам.

Незаметно освоение космоса вошло в нашу жизнь, ведь без искусственных спутников Земли сейчас невозможно представить себе, например, современные теле- и радиовещание, метеорологию, навигацию и т.д. И, конечно, не случайно именно космические сюжеты положены в основу современных фантастических фильмов, мультфильмов и многих литературных произведений. Не случайно потому, что просто ничего не может быть интереснее. Однако было бы преувеличением, если бы мы утверждали, что астрономией и космонавтикой легко заинтересовать **всех** детей, тем более дошкольников. Дело в том, что все дети разные, а потому не только воспитатели детских садов, но и родители прекрасно понимают, что одним детям интересно узнавать о звездах и космонавтах, а другим – о цветах и бабочках. Поэтому, предлагая заниматься с дошкольниками астрономией и космонавтикой, мы, по сути, предлагаем проводить своеобразные

**дошкольные факультативы**, которые должны предназначаться не для всех детей, а лишь для тех любознательных старших дошкольников, которые интересуются Космосом.

МОЖНО ЛИ ВКЛЮЧИТЬ ЗАНЯТИЯ АСТРОНОМИЕЙ И КОСМОНАВТИКОЙ В СИСТЕМУ РАЗВИТИЯ ДОШКОЛЬНИКОВ?

Теперь попытаемся выяснить, насколько вписываются занятия астрономией и космонавтикой в современную систему развития детей старшего дошкольного возраста, очень важного для формирования личности ребенка. Теоретические основы российской системы воспитания и образования дошкольников сформулированы в соответствующих концепциях (“Концепция дошкольного воспитания”, 1989; “Концепция содержания непрерывного образования (дошкольное и начальное звено)”, 2003). В них, в частности, подчеркивается “недопустимость искусственной акселерации развития ребенка, излишнего увлечения школьными технологиями, а также игнорирования или недооценки игровой деятельности в дошкольный период детства”. Именно поэтому автор предлагает постараться отойти от привычной классно-урочной системы, проводя менее формально занятия с дошкольниками по астрономии и космонав-

тике. Само понятие “дошкольная астрономия”, как правило, включает в себя и дошкольную космонавтику, что отражает объективную взаимосвязь современной астрономии и современной космонавтики.

Сейчас принято считать, что важно воспитывать у дошкольников качества личности, необходимые для успешной учебы в школе, а не изучать с ними учебный материал I класса школы. В настоящее время система дошкольного образования представляет собой многофункциональную сеть дошкольных образовательных учреждений (различные детские сады, центры развития ребенка, образовательные учреждения “Начальная школа – детский сад”, группы кратковременного пребывания детей в детском саду, а также в некоторых учреждениях дополнительного образования, например при Домах детского и юношеского технического творчества). Кроме того, все чаще появляются семейные детские сады, а некоторые родители находят возможность развивать и воспитывать своих детей дома. Можно утверждать, что занятия астрономией с дошкольниками уместны при всех перечисленных организационных формах работы с ними. Эти занятия разнообразят и наполнят радостью жизнь ребенка в дошкольных учреждениях, будут способствовать

укреплению интеллектуальной связи между родителями и “домашними” детьми, позволяя заполнить досуг увлекательным делом, интересным не только детям, но и их родителям. В содержательной стороне дошкольного образования мы придерживаемся курса на личностно-ориентированный стиль общения с детьми, присущий гуманистической педагогике. Это тоже имеет прямое отношение к занятиям с дошкольниками астрономией, потому что только при таком подходе можно начать воспитывать у ребенка осознание того, что он является частью огромного окружающего его мира (“сыном Солнца”, “сыном Солнечной системы” и т.д.). Занятия астрономией и космонавтикой настолько интересны, что незаметно для ребенка становятся мотивом к учебе в школе, где, как мы ему объясним, он узнаёт о Вселенной значительно больше, чем знает сейчас. Как известно, ребенку присуще стремление постоянно узнавать новое. Ролевые игры способствуют

познанию действительности и делают доступным ребенку понимание совсем не простых астрономических явлений и устройства таких систем небесных тел, как Земля – Луна и Солнечная система. Итак, занятия астрономией и космонавтикой с дошкольниками могут естественным образом включаться в развитие их познавательных способностей. Хочется надеяться, что занятия по астрономии и космонавтике будут включены в базисное содержание воспитания и обучения старших дошкольников (или появятся в виде “дошкольных факультативов”). Однако следует отдавать себе отчет в том, что занятия астрономией и космонавтикой с дошкольниками – дело новое, у него наверняка будут противники и в его необходимости придется еще долго убеждать тех, кто формирует содержание работы по воспитанию и образованию дошкольников.

Здесь хотелось бы упомянуть еще об одном обстоятельстве, важном для обсуждаемой про-

блемы. Дело в том, что в Москве (и, возможно, не только в ней) планируется оборудовать в школьных зданиях помещения для подготовительных групп старших дошкольников (это связано с происхождением сейчас сокращением числа школьников). В целом такая ситуация довольно печальна, но перевод старших групп детских садов в школы будет способствовать осуществлению необходимой преемственности между детским садом и начальной школой, в частности формированию астрономических понятий у дошкольников и младших школьников.

#### АВТОРСКИЙ ВАРИАНТ ЦИКЛА ЗАНЯТИЙ

Возможны разные варианты организации и проведения занятий с дошкольниками по астрономии и космонавтике. Один из них автор предлагает в своей еще не опубликованной книге *“Занятия с дошкольниками астрономией и космонавтикой”*. Перечислим темы занятий, включенных в этот цикл.

1. У нас необычный праздник (здесь под “праздником” понимается первая встреча детей с астрономией).

2. Рисуем Вселенную.

3. Всегда ли небо такое, как сегодня.

4. Что выше неба?

5. Все мы – почти космонавты.

6. Играем в “небесную карусель”.

7. Любимая подружка нашей Земли.

8. Секреты Луны.

9. Как зовут братьев и сестру Земли.

10. Другие “родственники” нашей Земли.

11. Солнышко совсем не такое, как Луна.

12. Мы живем в семье Солнышка.

13. Живут ли инопланетяне в семье Солнца.

14. Начинаем знакомиться со звездным небом.

15. Живет ли кто-нибудь вдали от Солнечной системы.

16. Заключительное занятие (здесь подводится итог проведенному циклу занятий).



Подчеркнем, это темы не **уроков** астрономии для малышей, а темы именно **занятий** с ними. В книге раскрывается основное содержание предложенной системы занятий. Конспект каждого занятия состоит из двух разделов. В первом речь идет о тех вопросах, которые нужно будет в форме свободной беседы обсудить с детьми. Во втором разделе каждого конспекта для чтения вслух и комментирования приведены тексты, взятые из книг по астрономии и космонавтике. Деятельность детей включает ролевые игры, рассматривание рисунков в книгах, создание собственных рисунков, моделирование и конструирование, а также, разумеется, выполнение самых простых астрономических наблюдений.

Педагогам дополнительного образования предоставляется возможность убедиться в том, что само понятие “занятие” довольно условно: каждая из предложенных тем занятий может раскрываться во время не одной, а двух и более встреч с детьми, бесед с ними, игр, простейших астрономических наблюдений, чтения и комментирования текстов из книг по астрономии и космонавтике. Поэтому в конспектах занятий вместо слов “Рассказ учителя”, “Изложение нового материала” и т.д.,

обычно встречающихся в методических руководствах, “методические тексты” предваряются рекомендациями “*Беседуем, наблюдаем, моделируем, рисуем*”, а тексты из книг для детей – рекомендациями “*Читаем, комментируем, рисуем*”. Воспитатель может решить, надо ли читать и комментировать включенные в каждое занятие тексты из детских книг по астрономии или вместо этого (а возможно, в дополнение к этому) предлагать детям астрономические загадки, пословицы, поговорки, которые можно найти в имеющейся литературе и Интернете.

что надо постараться  
СДЕЛАТЬ

*Рождение дошкольной астрономии не одномоментное явление, а довольно длительный процесс, продолжающийся несколько десятилетий и еще не завершённый в наши дни.* Развитие детской астрономии представляется делом перспективным. Появились некоторые идеи, сделаны первые практические шаги, но это только начало. **Ученым, методистам и творчески работающим педагогам**, заинтересовавшимся дошкольной астрономией, придется решить ряд задач, к числу которых можно отнести следующие:

– надо оперативно обмениваться опытом работы, проводимой с дошкольниками по астрономии и космонавтике. Это наиболее реально осуществить с помощью Интернета, где уже есть сайты, относящиеся не только к школьной, но и к дошкольной астрономии. Возможно, появятся специальные сайты по проблемам дошкольной астрономии. Это поможет не только обмениваться опытом, но и обобщать его;

– надо создавать книги по астрономии и космонавтике, **специально** предназначенные для школьников, и переиздавать те из имеющихся, которые детям нравятся. Хочу еще раз подчеркнуть, что писать для малышей – дело трудное. Я убедился в этом, когда работал еще над своей первой книгой для маленьких читателей – “Малышам о звездах и планетах”. Первые издания этой книги появились в начале 80-х гг. К этому времени уже вышли в свет мои совсем “детские” книги – “Природа солнечных пятен” (1964); “Методика преподавания астрономии в средней школе” (1965, эта книга на протяжении нескольких десятилетий использовалась учителями астрономии в качестве основного методического пособия при подготовке уроков и преподавателями пединститутов – при обучении

будущих учителей); “Физика Вселенной” (1976) и подготавливался к печати пробный альтернативный учебник астрономии. Но для написания книги, адресованной малышам, пришлось, как говорится, перевоплотиться и придумать совсем иную форму изложения – диалог реальных и сказочных персонажей, из бесед которых юный читатель черпает определенную информацию о Земле, Луне, планетах, Солнце и звездах. В результате получился не пересказ учебника астрономии, а то, что можно условно назвать научно-художественным жанром, позволяющим вести ребенка **через сказку к науке**. В этом же жанре написаны и другие мои книги для дошкольников: “Звездные сказки” (1994) и “Беседы с малышами о Вселенной” (2009). Разумеется, книги для дошкольников могут быть написаны и в иных жанрах, но главное, чтобы они были доступны и интересны детям. Это, например, такие книги: Б. Левин, Л. Радлова. “Астрономия в картинках” (1967); В. Каценко. “Найди созвездие” (1974); П. Клушанцев. “Станция Луна” (1974); А. Гурштейн. “Люди и звезды” (1980) и “Космос в картинках”,

написанная Э. Бомонт и воспитательницей детского сада М.-Р. Пимонт, перевод с французского был сделан в 1994 г. в издательстве “Скорпион”. Будем надеяться, что со временем число таких книг будет расти и мы узнаем имена их авторов;

– надо создавать наглядные пособия и простейшие модели для проведения занятий по астрономии и космонавтике с дошкольниками. В частности, необходимы наглядные пособия на печатной основе (например, *настенные астрономические картины*) и мультимедийные произведения, опять же специально созданные для малышей. Сейчас их очень мало, а потому педагоги, проводящие занятия с малышами, вынуждены пользоваться пособиями для старшеклассников, например известными настенными таблицами по астрономии (они переиздаются до сих пор, и новую серию выпускает издательство “Дрофа”);

– надо уделять особое внимание работе с дошкольниками в планетариях. Это успешно делается, например, в Нижегородском, Ярославском и некоторых других планетариях

России. К началу 2011 г. намечено открыть главный планетарий нашей страны – Московский планетарий, в котором будут самое современное оборудование для Звездного зала, музеи и астроплощадка с двумя обсерваториями. Как член Ученого совета Московского планетария и председатель Комиссии в помощь школе, я предполагаю внести на рассмотрение Ученого совета проект **“Планетарий – дошкольникам”**. В нем речь пойдет о необходимости разработать специально для дошкольников несколько лекций (программ) и бесед, а также небольшой цикл лекций (программ) с общей темой “Сказочная Вселенная”. Для реализации этого проекта понадобятся лекторы и экскурсоводы, умеющие работать с детьми дошкольного возраста. Об этом надо позаботиться заблаговременно;

– надо создавать научно-методические руководства в помощь тем, кто возьмет на себя труд заниматься с дошкольниками астрономией и космонавтикой.

Все это позволит создать научно-методический фундамент дошкольной астрономии.

## **Барнаульский планетарий**

Н.Н. ПАВЛОВА,  
старший научный сотрудник  
Барнаульского планетария

---

Барнаульский планетарий – один из первых планетариев, построенных в нашей стране в послевоенные годы. Он был открыт в марте 1950 г. в здании пустовавшей тогда Кресто-Воздвиженской церкви – архитектурном памятнике XIX в. Барнаульский планетарий получил первые уроки мастерства от Московского планетария и потом поддерживал с ним тесные связи. Первые публичные лекции в только что открытом планетарии прочитал К.Н. Шистовский. С момента открытия в центре зала стоял звездный проектор УП-2, который был заменен в 1964 г. малым Цейсом, переданным Московским планетарием. Как известно, больше полувека Московский планетарий был для всех планетариев страны маяком, координирующим и направляющим методическим центром.

После закрытия Московского планетария координацию работ взяла на себя Ассоциация планетариев России (АПР), созданная в 1994 г., активным членом которой является Барнаульский планетарий. В его стенах в начале XXI в. под эгидой АПР было проведено две международные конференции: “Планетарий на рубеже XXI века” (июнь 2000 г.) и “Планетарии в современном мире” (август 2008 г.).

Сегодня у Барнаульского планетария неизмеримо большие возможности, чем на заре его становления. Благодаря тому что теперь можно черпать видеоданные из Интернета, а также устанавливать тесные связи через АПР с космическими агентствами мира, в Барнаульском планетарии создаются удивительно красочные и емкие по содержанию программы, отражающие

достижения современной астрономии. Богатый набор технических средств, световые эффекты, музыка, интерактивный диалог со зрителем – все это превращает любое представление в подкупольном пространстве в яркое, незабываемое шоу.

Но даже наиболее выразительные и красочные снимки космических объектов, полученные на самых крупных наземных телескопах и на КТХ, не могут заменить вида звездного неба, оно остается главным героем всех планетарских астрономических программ. Музыкальные концерты, стихотворные и песенные композиции, звучащие под звездным куполом Планетария, обретают особую глубину и выразительность, порождают в душе возвышенные чувства и обращают к вечным ценностям.

Особым вниманием пользуются публичные вечерние наблюдения в телескоп. В 2000 г. они стали еще более популярны после того, как был приобретен телескоп ТАЛ-2 (диаметр зеркала – 150 мм) с часовым приводом, компенсирующим вращение Земли. Весной и осенью, в теплые ясные вечера, когда Луна вблизи первой четверти, организуются два цикла публичных наблюдений. Тогда астрономическую площадку перед Планетарием заполняют толпы желающих приобщиться к астрономическим

наблюдениям. Сначала зрителей приглашают в Звездный зал, где их знакомят с программой наблюдений и демонстрируют на куполе Планетария снимки объектов, которые им предстоит наблюдать. Затем посетители могут сравнить увиденное в телескоп с тем, что им показали на куполе Планетария. И хотя показанное в зале выглядит гораздо более впечатляющим, все в один голос утверждают: разглядывать объекты в телескоп несравнимо интереснее и волнительнее.

Появление ярких комет, парады планет, прохождения Меркурия и Венеры по диску Солнца, противостояния Марса, полные и частные лунные и солнечные затмения – повод для проведения публичных наблюдений. В последние годы в Алтайском крае можно было наблюдать три солнечных затмения. Затмения 29 марта 2006 г. и 19 марта 2007 г. послужили замечательной тренировкой перед наблюдением полного солнечного затмения в Барнауле 1 августа 2008 г. В Барнауле тогда



*Барнаульский планетарий.*





*Публичные наблюдения в телескоп.*

съехались многие тысячи астротуристов со всего мира и научные экспедиции из Франции, Казахстана, Болгарии. Члены этих экспедиций стали активными участниками Международной конференции “Планетарии в современном мире”, приуроченной к солнечному затмению.

Апофеозом работы этой конференции оказались совместные публичные наблюдения полного солнечного затмения 1 августа 2008 г. В каждом районе города были организованы смотровые площадки для публичных наблюдений затмения, и астроплощадка Планета-

рия – одна из них. На эти площадки направились работники Планетария и гости конференции, чтобы установить телескопы и комментировать ход событий. Там уже собрались тысячи зрителей посмотреть на небесное шоу. 1 августа, в отличие от предыдущего дня, небо было покрыто облаками. До последнего момента небесная канцелярия держала зрителей в напряжении: Солнце то появлялось в облачных прогалинах, то вновь скрывалось за плотными облаками. К счастью, когда остался совсем узкий серпик Солнца и небо заметно потемнело, облака

расступились и все увидели слева “бриллиантовое кольцо”. Левее Солнца появилась Венера, а мгновения спустя чуть выше между ними можно было разглядеть и Меркурий. Небо оказалось недостаточно темным, чтобы увидеть Сатурн, хотя все старательно выискивали его и Регул левее Венеры. Что уж говорить о тусклом Марсе, который находился еще левее. А всем так хотелось среди дня полюбоваться малым “парадом планет”! Когда погас последний луч, вспыхнула корона. Восторженные крики разорвали тишину. Все две с четвертью



*На конференции "Планетарии в современном мире". 30 июня 2008 г.*

минуты, пока длилась полная фаза, облака, как по заказу, держались далеко от Солнца. Вот вспыхнул бриллиантом первый луч, прорвавшийся из-за правого края "лунной заслонки", и облака тут же закрыли светило... Но времени оказалось достаточно, чтобы разглядеть и сфотографировать корону, планеты, заметить заревой пояс, разлившийся по горизонту. Корона имела вид прямоугольника с "усами" по его диагоналям и короткими щеточками над верхним и нижним краем. Народ еще долго не расходился,

делясь впечатлениями, выплескивая эмоции.

В сентябре и октябре 2009 г., в дни, когда Галилей 400 лет назад сделал свои удивительные открытия, было проведено два цикла Галилеевских вечеров, но их оказалось мало, чтобы удовлетворить всех желающих. В Международные дни астрономии в 2010 г. к астрономическим наблюдениям на телескопах ТАЛ-2 и ТАЛ-150П приобщилось более тысячи человек.

В Международный год астрономии Барнаульский планетарий заметно расширил круг своих посетителей, активно

работая в стенах Планетария и на выездах в школы города, где проводились Дни астрономии и космонавтики под девизами "Вселенная для знаний необъятна!", "Там, на космических дорожках...", "Земля – колыбель разума". Научить любить и сохранять родную планету, направлять мечту в космос – главная задача этих выездных мероприятий. Ребята от первоклашек до выпускников с удовольствием погружаются в мир Космоса, ведь для каждого возраста предлагались свои программы. Малышам знания о космосе помогали усваивать



сказочные герои, а многим старшеклассникам было интересно узнать о развитии и достижениях космонавтики. Передвижные литературные и фотовыставки, знакомящие ребят с открытиями в астрофизике и космологии, астрономические игры и викторины, посвященные астрономическим событиям, сопровождают такие выезды в школы.

Во время МГА-2009 в Барнаульском планетарии прошел ряд торжественных мероприятий, связанных с астрономией и космонавтикой: 75-летие со дня рождения Юрия Алексеевича Гагарина, Международный день планетариев, День космонавтики, Экологический день Земли, Международная неделя астрономии, День Солнца, Праздник детства.



Все они получились яркими, торжественными праздниками, для каждого из них сняли видеоклип, подготовили специальные программы, организовали фото- и литературные выставки, поэтические вечера, оригинальные и веселые астрономические игры и конкурсы. Фотовыставки “От телескопа Галилея к телескопам будущего”, “Планетарии мира”, выставка моделей космических аппаратов и лунных станций вызвали особый интерес. Посетители Планетария восторженно приняли видеоклип “Знаете, каким он парнем был?”, игровую программу “Пусть всегда будет Солнце!”.

В Барнауле МГА-2009 открылся творческим вечером поэтессы Земфиры Ярошенко “Найди свою звезду”, чьи стихи и песни посвящены Барнаульскому планетарию и созвездиям зодиака. Центральными событиями стали торжественное подведение итогов девятого городского астрономического конкурса “Стань астрономом, открой в себе звезды”, приуроченное ко дню

---

*Конкурс рисунков на асфальте.*



*Директор Барнаульского планетария Г.И. Шкловская и Звездочет (М.М. Казанцева) вручают награду самой маленькой участнице конкурса "Все звезды тебе, Планетарий!"*

---

рождения Планетария – 11 марта, и День космонавтики.

Астрономический конкурс давно стал популярным в городе, но девятый привлек не только детей, но и взрослых. 200 проектов со всего края в разных возрастных и тематических номинациях были представлены на конкурс: научные работы, творческие проекты, прекрасные стихи, песни, оригинальные картины и поделки. Наиболее яркие и талантливые работы нашли отражение в видеоклипе "Планетарий – место встречи со Вселенной".

Десятый свободный конкурс астрономии – "Все звезды тебе, Планетарий!", – посвященный 60-летию юбилею Планетария, вызвал небывалый прилив энтузиазма, было подано 950 заявок. Это и астрономические исследования, и космологические трактаты, и красочные картины, и проекты Звездного дома будущего, и модели космических кораблей и станций, и космические игры, а также эссе, стихи, рассказы, сказки. Любители астрономии – от



младших школьников до людей зрелого возраста, целые семьи – выставляли свои проекты. Торжественное подведение итогов конкурса вылилось в яркий праздник городского масштаба, а проекты участников стали экспонатами выставок в Планетарии, музее "Город" и городской станции юных техников.

12 апреля для коллектива Планетария всегда особенный день, к нему готовятся специальные программы и выставки, среди посетителей проводятся викторины, конкурсы, опросы, а в Международный год астрономии этот день стал еще более значимым. Планетарий тесно сотрудничает с Федерацией космонавтики России, членом которой стал в 2007 г., и гордится почетными грамотами, дипломами и медалями за значительный вклад в дело пропаганды достижений отечественной

космонавтики, которыми Федерация космонавтики наградила Планетарий. В разные годы гостями Планетария были сыны Алтайского края второй космонавт планеты Герман Титов и космонавт № 26 Василий Лазарев, знаменитые космонавты Георгий Гречко, вице-президент АПР, Владимир Ковалёнок, президент ФКР, и водитель лунохода Андрей Калиниченко.

В 60-й, юбилейный год в Планетарии было проведено много планетарских праздников и различных мероприятий. Каждому событию посвящается или премьера новой программы, или новый клип либо видеоролик, или выставка, или костюмированное представление, где главные персонажи детских программ – мудрый Звездочет, прекрасная Фея звезд, любимец публики озорной Незнайка – выходят "вживую" пообщаться со своими



поклонниками, наполняя эти праздники жизнью, весельем и... знаниями.

Барнаульский планетарий – одно из самых популярных культурных учреждений края. За шестьдесят лет работы его посетил не один миллион зрителей. Он доказал свою необходимость городу и краю. Дошкольники, школьники, студенты, любознательные пенсионеры, просто жители города идут в Планетарий непрерывным потоком. Все находят для себя что-то новое, неизведанное, всем

здесь интересно. Викторины и опросы выявляют хорошее знакомство жителей Алтайского края с астрономией, историей отечественной космонавтики. Даже самые маленькие посетители правильно называют имена первых отечественных космонавтов и основоположников теоретической и практической космонавтики.

Во многих странах мира есть прекрасные планетарии, размещенные в роскошных зданиях и оснащенные великолепной аппаратурой. В Рос-

сии с нетерпением ждут открытия возрожденного Московского планетария, создаются и оснащаются новым оборудованием планетарии в ряде российских городов. Власти Барнаула обещают в самом ближайшем будущем построить новый Звездный дворец у речного вокзала.

*Фотографии сделаны  
сотрудниками  
Барнаульского планетария  
И.Н. Саблиной, М.М. Казанцевой, А.К. Князевым,  
О.В. Ягодкиной*

---

## Информация

---

### **“Розетта”: пролет вблизи астероида Лютеция**

10 июля 2010 г. европейская АМС “Розетта” пролетела со скоростью 15 км/с вблизи астероида Лютеция (21 Lutetia). Размер этого астероида – 130 км. В это время “Розетта” находилась в 500 млн км от Земли. Напомним, что “Розетта” более шести лет совершает полет по гелиоцентрической орбите (Земля и Вселенная, 2004, № 4, с. 47–49) и уже исследовала 5 сентября 2008 г. астероид Штейнс (Земля и Вселенная, 2009, № 2, с. 86).

Фотокамеры и научные приборы “Розетты” при сближении с Лютецией

функционировали в течение нескольких часов, а в некоторых случаях они начинали работать за несколько дней до наибольшего сближения с астероидом. С помощью магнитометра и газоанализаторов определены магнитные свойства астероида, уточнены его размеры, плотность, масса и получены сведения о его разреженной газовой оболочке (экзосфере). На фотографиях, сделанных комплексом OSIRIS (широкоугольная и узкоугольная камеры) в момент максимального сближения с астероидом с расстояния 3162 км, заметны детали рельефа поверхности до 60 м (см. стр. 4 обложки). Лютеция изрыта множеством кратеров, некоторые из них – двойные, возраст наиболее старых – 4,5 млрд лет. Между кратерами удалось рассмотреть гладкие и холмистые равнины.

Лютеция была открыта случайно 15 ноября 1852 г. немецким художником и астрономом-любителем Германом Голдшмидтом в Париже. Назван астероид по имени древнего поселения Лютеция, находившегося на месте современного Парижа. Астероид Лютеция – самая крупная малая планета, изученная космическим аппаратом с близкого расстояния. Постоянные колебания блеска показывают, что астероид вращается вокруг своей оси, уточнены его размеры (76 × 101 × 132 км) и период обращения вокруг Солнца (3,8 года).

После астероида Лютеция АМС “Розетта” отправилась к главной цели – комете Чурюмова – Герасименко, к которой подлетит в мае 2014 г. Ее исследования продлятся до декабря 2015 г.

Пресс-релиз ESA,  
11 июля 2010 г.

## Железо из космоса

Д.М. ПЕЧЕРСКИЙ,  
доктор геолого-минералогических наук  
ИФЗ РАН

**В статье обобщены первые результаты изучения с помощью термомагнитного анализа распределения частиц металлического железа в осадках разного возраста. Установлен ряд закономерностей, отражающих неоднородность космической**

**пыли: а) четкое разделение частиц железа на две группы: во-первых, на содержащую и не содержащую частицы железа и, во-вторых, на содержащую чистое железо и железо с небольшой примесью никеля; б) обнаружено глобальное обогащение части-**

**цами железа осадков, возраст которых 12–13, 64–66, 84–86 и 94–96 млн лет с постоянной величиной примеси никеля 5–6%; в) частицы сплава, содержащего более 20% никеля, не имеют отношения к космической пыли и связаны с падением метеоритов.**

### КАПЕЛЬКА ИСТОРИИ

Откуда возникла задача изучить распространение частиц космического железа в осадках? Из очень модной ныне темы – отчего вымерли динозавры и не только динозавры (см., например, Земля и Вселенная, 2010, № 3). Значительная часть исследователей полагает, что из-за падения на Землю огромного астероида. А это должно было отразиться в космических компонентах, попавших в осадки. И вот большая группа исследователей из раз-

ных институтов и даже разных стран во главе с А.Ф. Грачёвым принялась искать эти компоненты, а именно изучать подробно тоненький слой осадка на самой границе мезозоя и кайнозоя (65,5 млн лет назад) в Гамсе (Австрия) и в других местах. Нет, не получилось вымирания живых организмов во время падения того самого астероида. Получилось, что главная причина существенного уничтожения жизни на Земле (примерно половина) в мощном плюмовом\* вулканизме этого времени. А астероид упал на

Землю несколько позднее... Об этом написана не одна статья, в том числе в “Земле и Вселенной” (2006, № 1), и даже монография. Но данная статья вовсе не об этом. Дело в том, что при таких исследованиях мы, естественно, столкнулись с различными материалами – “пришельцами из космоса”, в частности с частицами металлического железа, никеля. Тогда и возникла идея применить для массового изучения распространения частиц железа **термомагнитный анализ** (ТМА). И, конечно, захо-

\* Плюм – это сильно разогретая огромная масса мантийного вещества, поднимающаяся от самого ядра Земли и извергающаяся на большой территории в виде мощного вулканизма.

телось с помощью такого простого и быстрого метода, как ТМА, посмотреть на закономерности распространения в пространстве и времени частиц металлического железа. В дальнейшем были существенно расширены интервал времени и число объектов. Так как я геофизик – палеомагнитолог и петромагнитолог, то захотелось узнать, нет ли какой-либо связи в накоплении частиц железа с особенностями в поведении геомагнитного поля. Такую информацию можно получить благодаря палеомагнитным данным. К сожалению, явной связи не обнаружилось. Но результаты первых исследований такого рода все равно интересны, хотя бы потому, что они первые...

#### ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРМОМАГНИТНОГО АНАЛИЗА

По данным многих измерений непосредственно в пылевых космических облаках, в атмосфере, во льду и снеге, в осадках обнаруживается космическая пыль, содержащая частицы металлического железа\* и никеля. При этом сведения об их распределении на поверхности Земли и во времени весьма ограничены, так как использовались лишь “прямые”

методы фиксации частиц, когда из большого объема материала – льда, снега, осадка, облака космической пыли и т.п. – извлекались лопушкой, промывкой, магнитной сепарацией и другими способами частицы железа. Затем анализировались, например с помощью микрозонда, их состав, структура и т.п. Такие методы требуют большого объема материала. В результате получаются осредненные данные, и число таких данных невелико.

Обширную и оперативную информацию о распределении металлического железа можно получить по данным термомагнитного анализа. Термомагнитный анализ – это определение температур перехода ферромагнитного материала (например, железа) в парамагнитное состояние в ходе нагрева. Такие температуры называются точками Кюри ( $T_C$ ). Точка Кюри – фундаментальная характеристика магнитного материала, зависящая от его состава и строения кристаллической решетки. В магнитных минералах, содержащих примеси, не меняющие их кристаллическую структуру, точка Кюри является однозначной функцией состава магнитного минерала.

Главные достоинства ТМА по сравнению с другими методами исследования вещества:

- получение информации о минералах, содержащихся в горной породе, без их извлечения,

- очень высокая чувствительность (достаточно присутствия в породе менее 0,00001% железа и т.п. минералов),

- простота приготовления образцов (берется кусочек произвольной формы массой 0,1 г и меньше),

- быстрота анализа (примерно 10 мин на один анализ).

ТМА широко применяется в палеомагнитных и петромагнитных исследованиях различных геологических объектов, в том числе осадков. Главная цель таких измерений – выяснение природы основных носителей палеомагнитной записи. Соответственно температура ТМА, как правило, ограничивалась точками Кюри главных носителей такой информации – магнетита и гематита, то есть максимум около 700 °С, тогда как точки Кюри железа с небольшими примесями никеля составляют 700–770 °С. В результате информация о зернах металлического железа полностью пропадала.

Повышение температуры ТМА до 800 °С, то

\* Здесь и далее, говоря о частицах железа, я имею в виду как чистое железо без примесей, так и частицы сплава, содержащие менее 20% никеля.

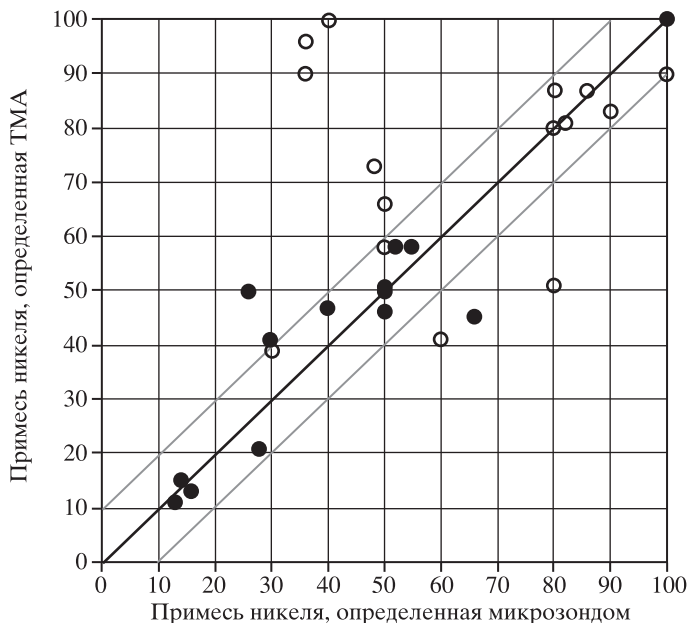
Сравнение составов частиц железа и Fe–Ni сплава с определениями по линейной зависимости “точка Кюри – примесь никеля”. Залитые кружки – образцы метеоритов и металлических частиц из осадков, полые кружки – образцы искусственных Fe–Ni сплавов.

есть всего на 100°, дало возможность наблюдать детальную картину распределения частиц металлического железа в пространстве и времени, чем и занялась лаборатория геомагнетизма ИФЗ РАН совместно с палеомагнитной лабораторией Казанского университета. ТМА проводился с помощью высокочувствительных экспресс-весов Кюри.

Известно, что в частицах космического железа основная примесь – это никель. Зависимость точки Кюри сплава железа и никеля должна быть близка линейной, и содержание никеля определяется простой формулой:

$Ni (\%) = 0,243 (770 - T_C)$ , где 770 – точка Кюри чистого железа,  $T_C$  – точка Кюри образца.

Однако у сплавов, содержащих примесь никеля более 20%, из-за структурных изменений точки Кюри могут существенно отклоняться от линейной зависимости. Проверим, во-первых, насколько применима оценка содержания при-



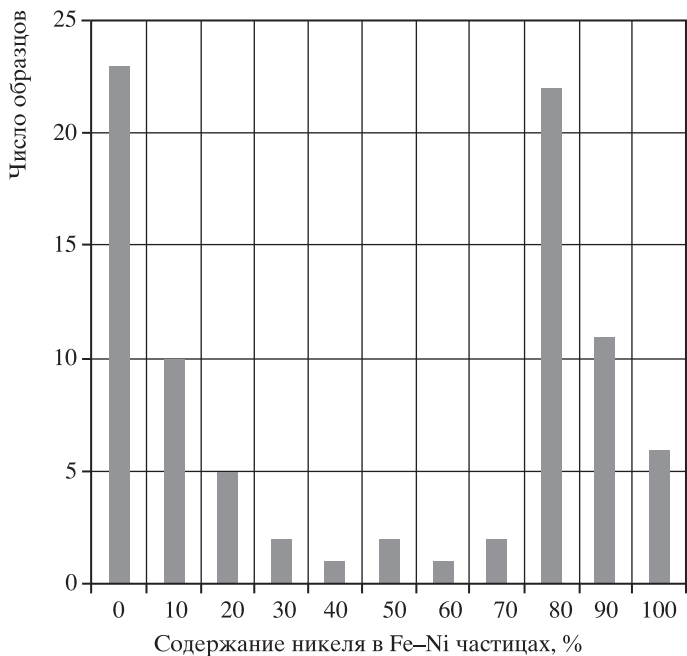
меси никеля по линейной зависимости  $T_C$ –Ni к природным метеоритам и космическим частицам, содержащим Fe–Ni сплавы, и, во-вторых, насколько широко распространены в космической пыли частицы Fe–Ni сплава с примесью никеля больше 20%.

Для ответа на первый вопрос я использовал публикации Т. Нагаты, М. Фунаки (1986, 1987) и А.Ф. Грачёва (2009), где приводятся данные микрозондового анализа и ТМА для металлических метеоритов и металлических частиц из осадков. Добавим информацию из справочников о составе и точках Кюри стандартных марок Fe–Ni сплавов (инвар, пермаллой и др.). Выясняется, что заметные отклонения от линейной зависимости

встречаются главным образом среди искусственных сплавов с содержанием никеля между 20 и 80%.

Ответ на второй вопрос я нашел в статьях Д.Е. Броунли (1987), А.Ф. Грачёва (2009), Д.У. Паркина (1964), М. Шимы и Х. Ябуки (1988) и других исследователей. В них есть сведения о составе металлических частиц в космической пыли во льдах Антарктики и Гренландии, в осадках океана, в осадках из района Тунгусской катастрофы, в осадках Гамса и других объектах. По этим данным, космические частицы, содержащие никель между 20 и 80%, очень редки. Для остальных же вполне приемлема оценка содержания никеля по линейной зависимости  $T_C$ –Ni.

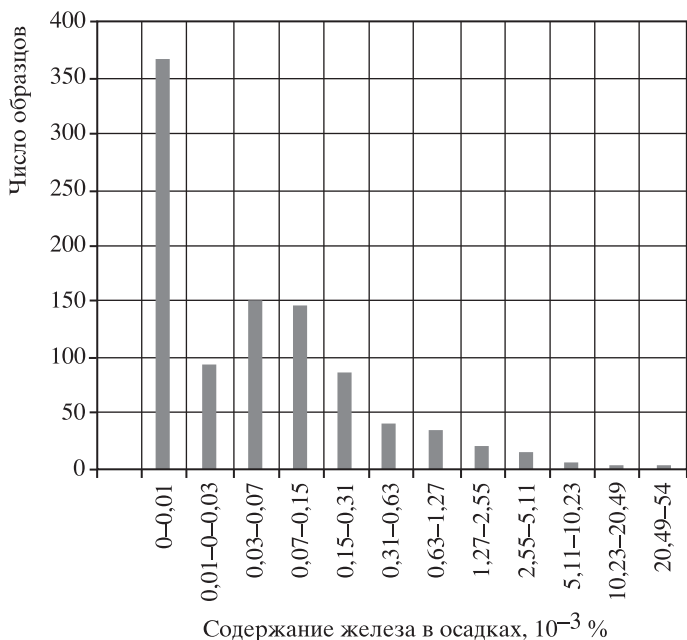




*Гистограмма содержания никеля в Fe-Ni частицах из космической пыли. Повышенное количество частиц, содержащих более 80% никеля, относится фактически к одной "точке" из разреза Гамс (Австрия), то есть это явление сугубо локальное.*

В наших экспериментах точность определения точки Кюри составляет примерно 10%, чему соответствует содержание никеля в сплаве 2–2,5%,

то есть можно принять, что ошибка каждого определения не превышает 3%. Недостатки в применении линейной зависимости  $T_C$ -Ni и точно-



сти ТМА компенсируются простотой приготовления проб и их ТМА, быстротой и массовостью получения данных.

После вводно-методического вступления обратимся к собственно результатам определения по ТМА концентрации частиц космического железа и содержания в них примеси никеля в осадках миоценового (9–17 млн лет назад) и мелового (62–130 млн лет назад) возраста из 15 разрезов Австрии (Гамс), Грузии (Квиринаки и Тетрицкаро), Казахстана (Кошак), Крыма (Верхоречье и Сельбухра), Поволжья (Ключи и Тепловка), Северного Кавказа (Аймаки, Басс, Гергебиль, Дженгутай и Маджалис) и Туркмении (Кара-Кала и Халац). Расстояния между объектами исследования достигают 1–3 тыс. км, что позволяет говорить о глобальном характере накопления космических

*Сводная гистограмма содержания железа в изученных осадках.*

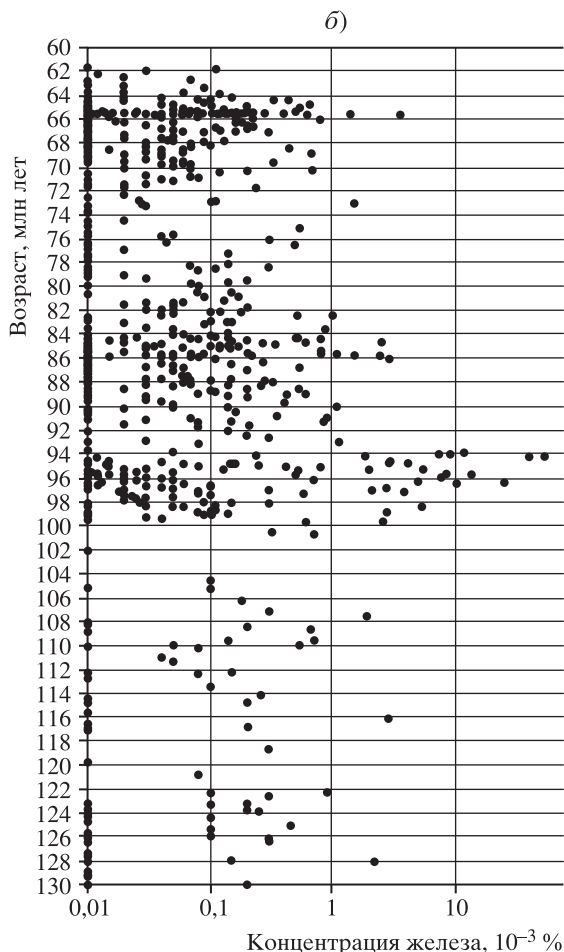
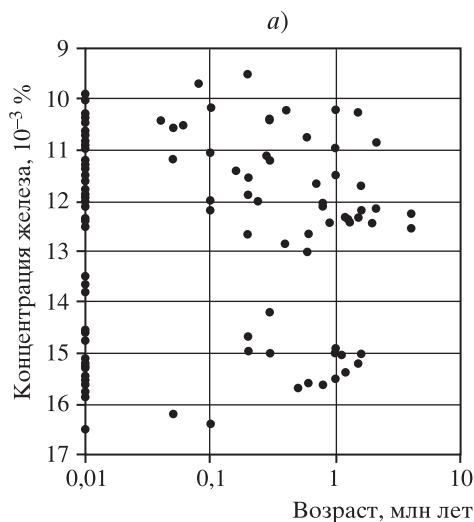


График концентраций железа в миоценовых (а) и меловых (б) осадках (сумма данных).

частиц в осадках близкого возраста.

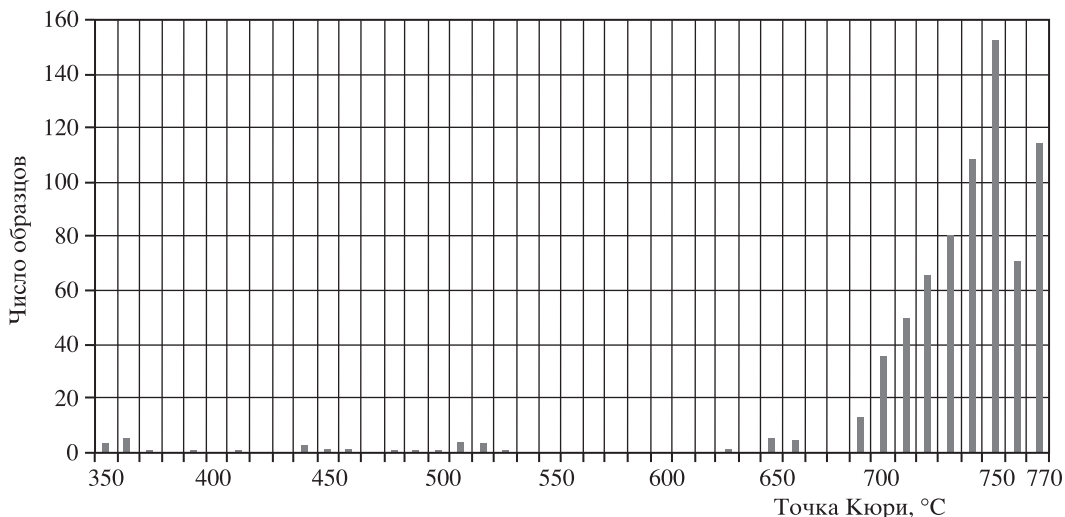
#### СОДЕРЖАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ В ОСАДКАХ

Частицы металлического железа обнаружены в 521 образце из 901 изученного, их содержание широко варьирует от  $10^{-5}$  % до 0,05%. Независимо от возраста концентрация частиц железа образует две группы. Первую группу можно назвать “нулевой” – это осадки, в которых железо практически отсутствует

(не обнаружено ТМА). Во второй группе сосредоточены осадки, содержащие железо преимущественно от  $0,03 \times 10^{-3}$  % до  $0,3 \times 10^{-3}$  %.

Такое распределение частиц на две группы носит закономерный глобальный характер, оно наблюдается во **всех** изученных объектах. Бимодальное распределение я объясняю следующим образом. Облако космической пыли и падающие из него на Землю частицы – это как туча, из которой капает дождь.

Число частиц в космической пыли конечное, по существующим данным, их более 60 тыс. в одном кубическом метре. Это значит, что из десяти кубических сантиметров только в один попадет частичка космической пыли, которая падает на сплошной слой осадка. Соответственно, во многих исследованных нами образцах просто отсутствуют частицы космической пыли, они и образуют “нулевую” группу на гистограмме. Вторая же группа отражает



Гистограмма распределения точек Кюри частиц железа Fe–Ni сплава в осадках (сумма данных).

действительное распределение частиц железа в осадках, выпавших из космической пыли.

Можно говорить о четырех типах накопления металлического железа: точечное, локальное, региональное и глобальное.

Главный интерес, конечно, представляют случаи регионального и глобального накопления железа. Отмечу самые заметные:

12–13 млн лет назад интервал находится внутри стратиграфического яруса миоцена, то есть не связан ни с какими заметными геологическими событиями. Это время характеризуется высокой частотой инверсий геомагнитного поля – 8 инверсий за миллион лет;

64–66 млн лет назад интервал включает границу Мезозойской и Кайнозойской геологических

эр. Частота инверсий – 2 инверсии за миллион лет;

84–86 млн лет назад интервал охватывает один ярус позднего мела. Он совпадает с верхней границей длительного существования геомагнитного поля без инверсий (так называемый гиперхрон Джалал);

94–96 млн лет назад интервал находится внутри стратиграфического яруса позднего мела и внутри гиперхрона Джалал, соответственно частота инверсий геомагнитного поля равна нулю.

Повсеместное распространение частиц железа, глобальный характер отмеченных выше интервалов повышенного содержания железа, отсутствие общих земных геологических и/или геомагнитных закономерностей в накоплении частиц космического железа – все это свиде-

тельствует о главном их **внеземном** источнике – **космической пыли**.

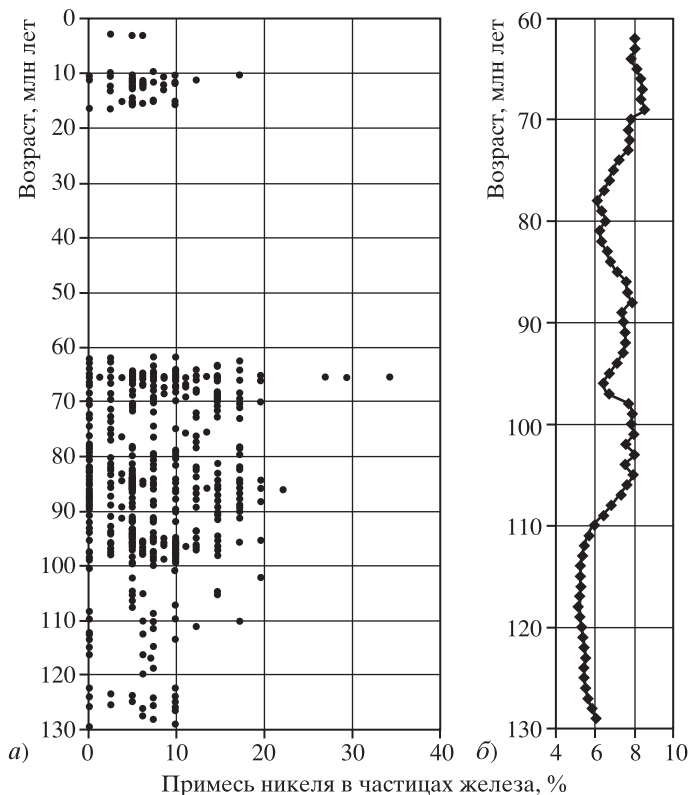
В отличие от повсеместного распространения частиц железа частицы Fe–Ni сплава с высокими содержаниями никеля встречаются очень редко и имеют сугубо локальное распространение. Отсутствие корреляции между их содержаниями объясняются разным их происхождением. Если первые – в основном продукты выпадения на Землю космической пыли, то вторые, скорее, связаны прямо или косвенно с падающими на Землю метеоритами. Во всяком случае, можно однозначно утверждать, что в космической пыли концентрация частиц Fe–Ni сплава ниже  $10^{-5}\%$  (ниже чувствительности ТМА).

График примеси никеля в частицах железа в зависимости от возраста осадков: сумма данных (а) и результат их сглаживания (б). Интервал сглаживания – 9 млн лет, шаг – 1 млн лет.

#### СОСТАВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ

Вариации состава частиц железа, выраженные в их точках Кюри, изменяются во всех разрезах примерно в одних пределах – от 680 °С до 780 °С, что соответствует примеси никеля от 22% до нуля. Причем начиная с  $T_C = 680$  °С и ниже резко падает число случаев вплоть до нуля, то есть частиц, содержащих примесь никеля от 22 до 100%, очень мало в осадках и, соответственно, в космической пыли.

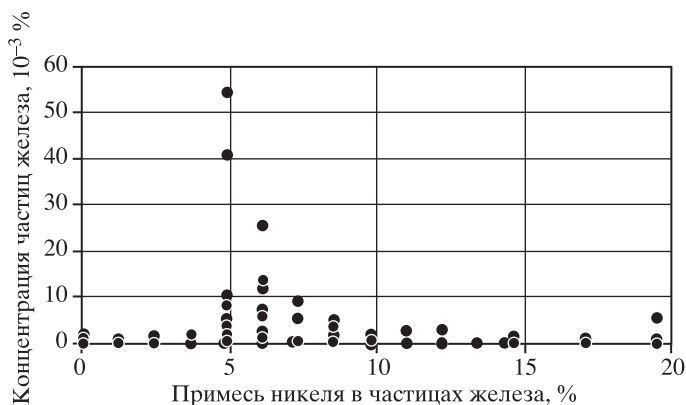
Частицы железа по содержанию в них примеси никеля образуют две группы (не считая “хвоста” в интервале 360–680 °С): чистое железо без примеси никеля и группа с  $T_C = 750$  °С (5% никеля) и плавным спадом до 700 °С (17% никеля). Такое разделение частиц на две группы, очевидно, свидетельствует о разных источниках чистого железа и железа с примесью



никеля. Вторая группа вполне подтверждается данными о составе металлических включений в метеоритах и частиц космической пыли. Группа чистого железа очень похожа на частицы ме-

таллического железа из лунного материала (вулканического стекла, базальтов и брекчий), доставленного экипажами КК “Аполлон-11 и -12”. По данным микрозондового анализа, металлические

График сопоставления концентраций частиц железа в осадке с примесью никеля в частицах железа (сумма данных).





частицы состоят из практически чистого железа. Точки Кюри их чаще всего близки к 770 °С. Вполне вероятно, что это специфика лунных магматических пород. В то же время в обломках метеоритов, подобранных на Луне во время миссий “Аполлонов”, присутствуют обычные для металлических метеоритов Fe–Ni сплавы с высоким содержанием никеля. В многочисленных сферулах (продукты падения метеоритов на Луну) содержание никеля варьирует от менее 1% до 20% и более.

В частицах железа большой разброс примесей никеля. При сглаживании примеси никеля

варьируют в пределах 6–8%, то есть в пределах погрешности среднего содержания никеля постоянно во времени. Постоянство среднего состава частиц железа, видимо, характеризует постоянство состояния облака космической пыли. При этом в четырех интервалах глобального обогащения осадков частицами железа явно преобладают частицы второй группы, то есть содержащие примеси никеля. Число случаев чистого железа невелико и разное в разных интервалах. Следовательно, частицы чистого железа не имеют отношения к интервалам обогащения

осадков частицами железа.

Посмотрим, есть ли корреляция содержания частиц железа с содержанием в них примеси никеля. Коэффициент корреляции между ними равен  $-0,024$ , то есть связь отсутствует. На этом фоне наблюдается явный пик повышенного содержания железа с практически постоянной примесью никеля 5–6% независимо от места и возраста осадка, содержащего железо. Это явно глобальный эффект, характеризующий главный источник космической пыли – разрушенные планеты, астероиды и т.п.

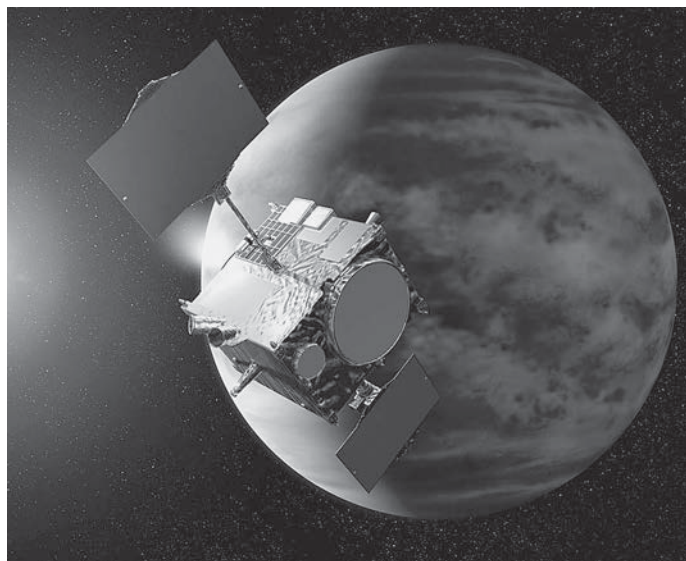
---

## Информация

---

### Япония запустила к Венере две АМС

20 мая 2010 г. в 21 ч 58 мин 22 с по Гринвичу со стартового комплекса Йошинобу космодрома Танегасима (Япония) стартовала РН “Н-2А” (№ F-17) с АМС “Акацуки” (“Akatsuki”, или “PLANET-C”) и экспериментальным КА “Икар” (“Ikaros”) на борту. Через 27 мин после запуска АМС “Акацуки” отделилась от последней ступени ракеты-носителя, а спустя 18 мин – “Икар”, они вышли на гелиоцентрическую орбиту. В качестве попутного груза



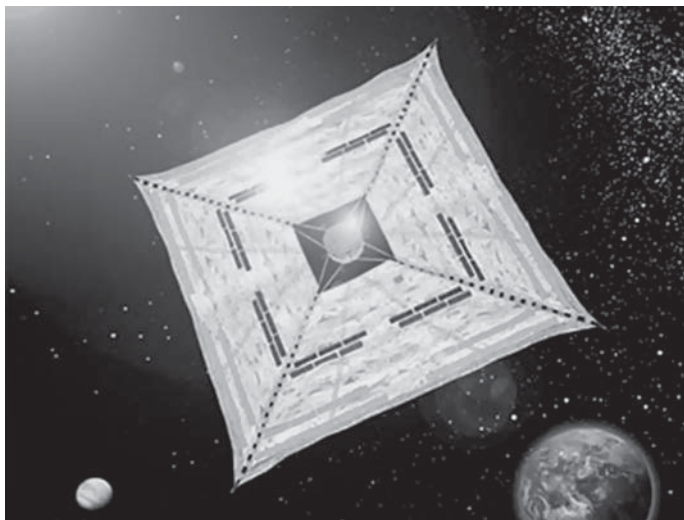
Японская АМС “Акацуки” исследует Венеру. Рисунок JAXA.

на околоземную орбиту высотой  $290 \times 305$  км доставлено три микроспутника

массой по 1 кг: “Hayato” (“KSAT”, создан в Университете Кагосима), “Negai”

(Университет Сока) и “Waseda-Sat-2” (Токийский университет).

Первая японская АМС “Акацуки” (рассвет) для исследования Венеры создана в Институте космических и астронавтических наук (Institute of Space and Astronautical Science, ISAS) Японского космического агентства (JAXA). Станция размером  $1,04 \times 1,45 \times 1,40$  м и массой 500 кг снабжена двумя панелями солнечных батарей общей площадью  $2,8 \text{ м}^2$  и мощностью 1200 Вт. На ней установлено шесть приборов общей массой 37 кг: три УФ-камеры и ИК-камера исследуют средние и нижние слои облачности Венеры в разных участках спектра (распределение углекислого газа и соединений серы, обнаружение паров воды в атмосфере), камера свечения неба (наблюдение молний) и очень стабильного осциллятора (радиоастрономическое измерение структуры атмосферы). “Акацуки” займется непрерывным мониторингом атмосферных процессов Венеры, то есть станет первым метеоспутником этой планеты. Станция предназначена для изучения климата, атмосферы и поверхности Венеры. Она должна достичь планеты в декабре 2010 г. и выйти на эллиптическую орбиту ИСВ высотой  $300 \times 80$  тыс. км. Орбита выбрана таким образом, чтобы на каждом витке угловое движение КА в те-



Космический аппарат с солнечным парусом “Икар” (Япония). Рисунок JAXA.

чение 20 ч было синхронизировано с суперротацией атмосферы Венеры, что позволит непрерывно отслеживать изменения в структуре облачных слоев. Программа рассчитана на четыре года. В течение первых двух лет “Акацуки” будет работать во взаимодействии с европейской АМС “Венера Экспресс”, которая уже четыре года исследует Венеру (Земля и Вселенная, 2006, № 3; 2009, № 6).

Космический аппарат с солнечным парусом “Икар” (“Ikaros”, Interplanetary Kitescraft Accelerated by Radiation of the Sun – межпланетный парусный аппарат, движущийся за счет солнечного излучения) массой 310 кг оснащен тончайшей мембраной из полиамидной фольги толщиной 7,5 мкм и

массой всего 13 кг. Парус развернулся в космосе (размер  $14 \times 14$  м), на нем укреплены тонкопленочные солнечные батареи для энергопитания, устройства управления полетом и сенсоры космической пыли. С его помощью планируется исследовать особенности движения аппаратов с помощью солнечного ветра. После раскрытия паруса от “Икара” отделился маленький субзонд с фотокамерой, чтобы сделать снимки аппарата и паруса в развернутом состоянии. “Икар” летит вслед за АМС “Акацуки” и должен долететь до Венеры за семь месяцев.

Пресс-релиз Японского космического агентства и ISAS,  
21 мая 2010 г.

### Бурение ледниковой шапки Эльбруса

Ученые Института географии РАН впервые в мире, в рамках Международного полярного года, выполнили бурение льда в привершинной области высочайшей вершины Европы Эльбруса. В необыкновенно трудных условиях на высоте 5115 м за 11 дней непрерывной работы в августе и сентябре 2010 г. гляциологи достигли ложа ледниковой шапки и получили керн длиной более 181 м. О первых результатах исследований и планах на будущее рассказал в своей статье, опубликованной в журнале “Лед и снег”, руководитель экспедиции доктор географических наук В.Н. Михаленко. Керн, уникальное хранилище информации о климате прошлых эпох, позволит ученым восстановить климат Северного полушария за последнюю тысячу лет.

Полученные до сего времени в Антарктиде и Гренландии ледниковые керны помогли реконструировать историю климата Земли за последние 700 тыс. лет. Но реконструкции отражают крупномасштабные измене-

ния климата, затрагивавшие всю планету.

Климатологов больше интересует, что же происходило с климатом прошлых эпох на региональном уровне, например в умеренных широтах Северного полушария. Для решения этого вопроса высокогорное бурение незаменимо. С точки зрения высоты и своего расположения Западное плато Эльбруса идеально подходит для бурения. Поскольку этот достаточно обширный (0,5 км<sup>2</sup>) и горизонтальный участок на поверхности Эльбруса труднодоступен, ранее он не исследовался. С запада плато открыто для воздушных масс, приносящих снежные осадки. Слой за слоем в леднике записывается климатическая история многих тысячелетий.

Прежде чем приступить к расшифровке информации, нужно провести множество предварительных исследований. Необходимо узнать, как меняется температура внутри ледника. Если там происходит таяние, датировать слои очень трудно, а в некоторых случаях невозможно. Талые воды влияют и на изотопно-геохимический состав разных слоев. Гляциологи измеряли температуру льда в скважине уже после бурения и получения керна. На глубине затухания сезонных колебаний (примерно 10 м) температура составила  $-17^{\circ}\text{C}$ . Такое низкое значение для данной широты возможно

только в высокогорных ледниках на большой высоте. Следовательно, таяние в леднике на Западном плато не происходит, и лед здесь формируется только за счет накопления снега.

Толщина самого ледника, как показали измерения на плато, достигает более 250 м. Радиолокационное зондирование позволило ученым составить карту рельефа ложа ледника. На ней видна воронка с довольно высокими бортами, напоминающая древний кратер вулкана.

При бурении на глубине 107,27 м обнаружен слой с кусочками вулканогенного материала, который может соответствовать последнему извержению одного из кратеров Эльбруса всего 400 лет назад. Для того чтобы точно ответить на вопрос, действительно это вулканический материал или, возможно, просто обломки горных пород, необходим геохимический анализ.

В ближайшее время ученые должны приступить к датировке керна, который хранится в холодной лаборатории на географическом факультете МГУ, а потом уже к анализу изотопного состава льда. Он покажет, каким был климат умеренных широт Северного полушария в последнем тысячелетии.

По материалам журнала “Лед и снег”, № 1, 2010, с. 123–126

## **Об исследовании астроклимата Горного Алтая**

**В.И. БУРНАШЁВ,**  
кандидат физико-математических наук  
Крымская астрофизическая обсерватория (Украина)

---

По общепринятому определению, приводимому в энциклопедиях и справочниках, астроклимат – это совокупность погодных условий в данной местности, определяющих качество астрономических наблюдений (число ясных дней и ночей, прозрачность воздуха, его запыленность и однородность, яркость фона неба, сила ветра, устойчивость оптических характеристик атмосферы). Актуальность астроклиматических исследований обусловлена необходимостью поиска наиболее подходящих мест для строительства обсерваторий. Автор заостряет внимание на плохом положении астрономии в России, рассказывает о некоторых новых веяниях в изучении астроклимата, под-

черкивая важную роль, которую играют в этой области работы российских ученых, приводит важные, на его взгляд, аргументы в пользу развития астроклиматических исследований в Южной Сибири.

Распад великой державы и разразившийся мировой экономический кризис привели к резкому снижению финансирования научных исследований. Особенно плохое положение дел в институтах, занятых фундаментальными исследованиями, астрономическими наблюдениями в частности.

Устаревшее оборудование, нищенские зарплаты, проблемы с жильем делают невозможным полноценный научный поиск и лишают перспективы молодых ученых. Весьма затруднена научная работа в

Абастуманской астрофизической обсерватории в Грузии, Шемахинской в Азербайджане, Майданакской обсерватории в Узбекистане. Закрыты наблюдательная станция Санкт-Петербургского государственного университета в Бюракане и станция Шорбулак на Памире, основанная сотрудниками Главной астрономической обсерватории. Весьма безрадостны перспективы, ожидающие Крымскую астрофизическую обсерваторию – бывшую лучшую обсерваторию нашей страны. Оставшаяся в России Специальная астрофизическая обсерватория на Северном Кавказе не в состоянии полностью обеспечить потребности астрономических наблюдений. Даже развитие Интернет-сети и самоотверженные уси-



**лия, предпринимаемые сотрудниками ГАИШ МГУ по постройке 2,5-м телескопа на Северном Кавказе, не решат проблемы. Очевидно, что астрономия не может**

**нормально развиваться (да и вообще существовать) без наблюдений. Существующие в нашей стране астрономические учреждения – ГАИШ МГУ, ИКИ РАН,**

**ИНАСАН, ГАО – должны искать возможность для строительства новой наблюдательной базы взамен фактически утерянных обсерваторий.**

## ПОГОДА И КЛИМАТ

Непременное условие для проведения астрономических наблюдений – чистое безоблачное небо. Понятно, что обсерватория должна быть построена в местности, располагающей максимальным количеством ясных дней и ночей в течение года. Напомним некоторые сведения из метеорологии. Как известно, движущей силой всех процессов, происходящих на Земле, является Солнце. Чем ближе к экватору, тем выше Солнце поднимается над горизонтом, тем больше тепла получает земная поверхность, тем выше будет температура поверхности и окружающего воздуха, тем теплее климат. Построенное на основании многолетних наблюдений распределение средней температуры воздуха на Земле летом и зимой имеет некоторые особенности. Более или менее равномерный ход температуры с широтой наблюдается в Южном полушарии, поверхность которого в основном занята океанами. Заметно отличается от равномерного сезонное распре-

деление температуры в Северном полушарии, существенная доля поверхности которого покрыта материками.

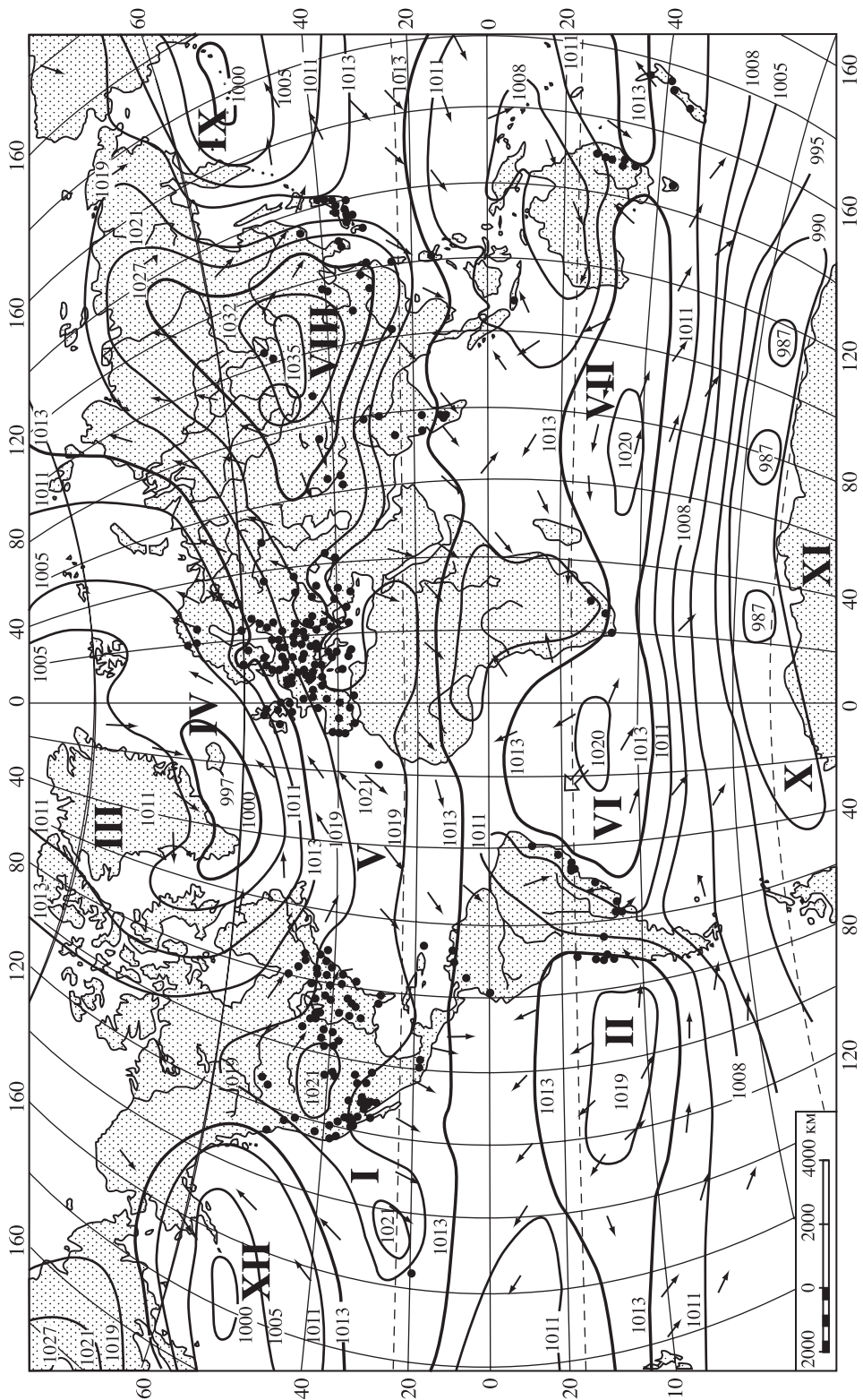
С крупномасштабными движениями воздуха в атмосфере связаны перенос тепла и влаги, а следовательно, погода и климат. Атмосферный воздух находится в постоянном перемещении, воспринимаемом как ветер: бризы, муссоны, горно-долинные ветры. Причина их – неравномерный нагрев земной поверхности, вследствие которого возникает разное распределение давления, что и вызывает движение более плотного холодного воздуха у поверхности в сторону менее плотного. Примером такого перемещения воздушных масс могут служить морской бриз и горно-долинные ветры, направленные ночью со склонов гор в долину, днем – из долины вдоль склонов гор и вдоль самой долины. Аналогично возникают и муссоны – воздушные течения большего масштаба. С ними связано появление “муссонных дождей” в Южной Азии и Африке. Их ослабление вызыва-

ет засуху и неурожай. В результате сильного нагревания давление понижено в экваториальной зоне, затем оно растет, достигая максимума в районе 30—40° северной и южной широт. Далее оно понижается до минимальных значений в районе 60–70-й параллелей. К полюсам давление снова возрастает.

Среднее распределение давления, выведенное на основании многолетних наблюдений, выражается в гектопаскалях (760 мм рт.ст. соответствуют 1013,25 гектопаскаля).

Над холодными поверхностями условия благоприятны для повышения давления, а над теплыми – для его понижения. Так, над сушей зимой образуются области высокого давления, которые ослабевают в летнее время. Одна из подобных областей располагается над Монголией – это “азиатский антициклон”. Такого рода барические области повышенного и пониженного давления иногда существуют круглый год, другие имеют сезонный характер.

На территории современной России су-



существует только одна устойчивая область высокого давления – это упомянутый “азиатский антициклон”. Исследования, проведенные в 1960-е гг., показали, что на его окраинах на территории Советского Союза можно было найти регионы, сравнимые по астроклиматическим характеристикам с лучшими зарубежными обсерваториями.

“Азиатский антициклон” существует только в зимнее время, поэтому в процессе его распада формируется ложбина низкого давления над Таймыром. Продвигаясь на юг, она смыкается с окраинным континентальным циклоном. При этом образуется крупная вихревая структура от Байкала до Желтого моря – причина ураганных ветров, известных в Китае с 1150 г. до н.э. В Южной Сибири и Восточной Монголии они проявляются как снежные бураны, как песчаные бури – в Восточной и Внутренней Монголии и как пыльные бури – в Юго-Восточном Китае (Земля и Вселенная, 2008, № 3). По этой при-

чине регион для проведения астроклиматических исследований сужается еще более и включает только горы Южного Алтая и Западного Саяна.

#### АСТРОКЛИМАТ

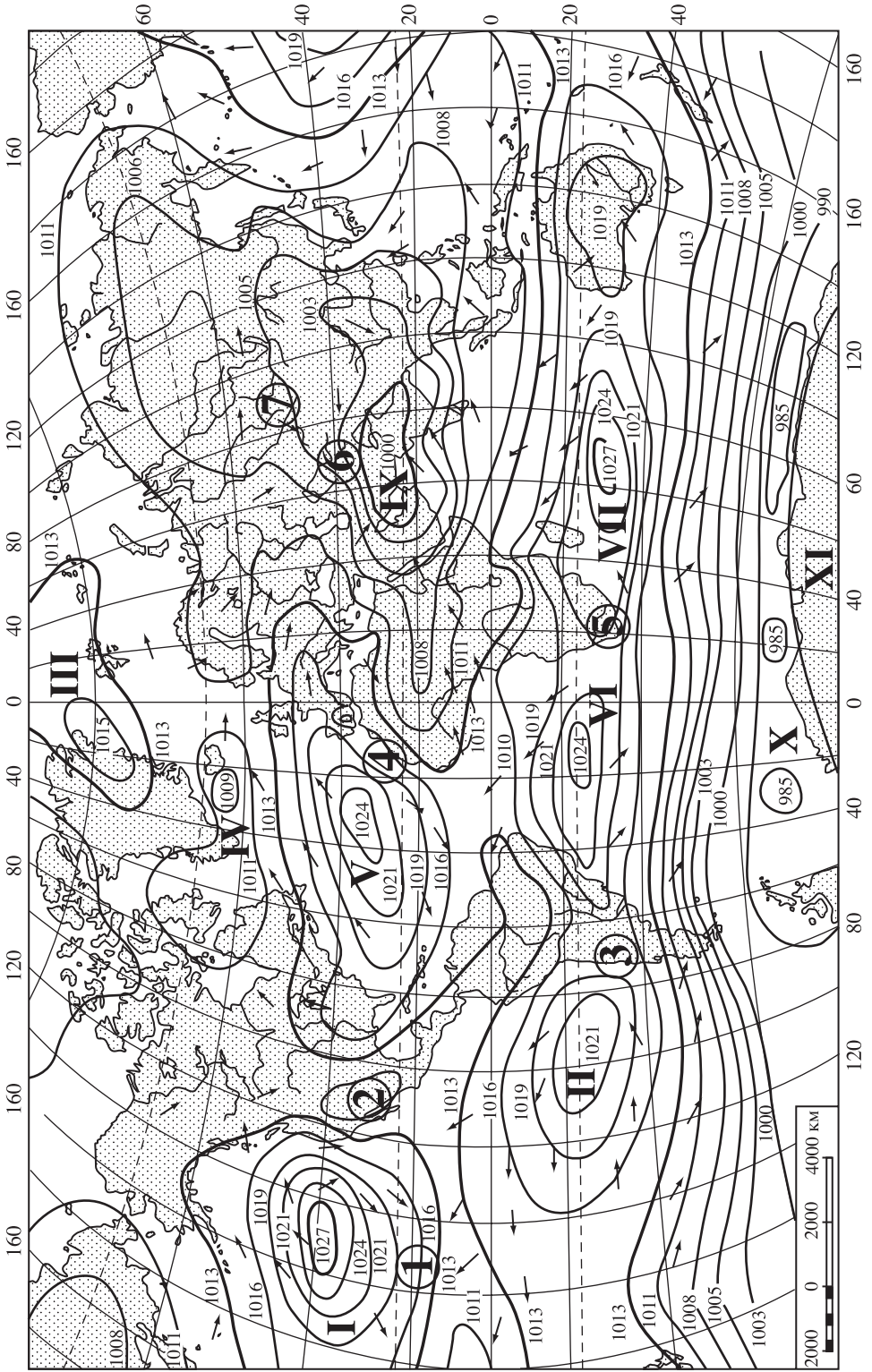
Большое число ясных безоблачных часов в течение года это необходимое, но еще не достаточное условие для выбора места при строительстве обсерватории. Как известно, большинство астрономических объектов имеют очень малые угловые размеры. Например, в виде диска невозможно увидеть ярчайшую звезду Северного полушария Вега. Ее угловой радиус составляет  $\theta = 0,003''$ , что находится далеко за пределами разрешения даже для крупных телескопов. Размер изображения точечного источника в фокальной плоскости определяется дифракцией световых лучей, прошедших через телескоп. Согласно критерию, введенному Рэлеем, первый максимум дифракционной картины зависит от длины волны ( $\lambda$ ) и диаметра телескопа ( $D$ ). Угловой радиус изображения бесконечно

малого точечного источника в этом случае  $\theta = 1,22 \lambda/D$ , поэтому для видимого света ( $\lambda=500\text{нм}$ ) на 4-м телескопе предельный радиус  $\theta = 0,03''$ , то есть на порядок больше, чем видимый диск этой звезды. Однако, как показывает опыт, видимый размер изображения в телескопе в лучшем случае составляет величину порядка десятых долей секунды и более, то есть намного превосходит дифракционный предел. Основная причина – влияние земной атмосферы.

Размер изображения звезды определяет не телескоп, а турбулентные потоки воздуха. Их энергия дробится между вихрями размером от нескольких миллиметров до 100 м, в среднем размер турбулентной ячейки порядка 10 см. Из-за ветра движение ячеек с различающейся плотностью, а следовательно, и различным коэффициентом преломления, вызывает изменение интенсивности падающего света, которое мы воспринимаем как мерцание звезд. Кроме того, изменяется и направление падающих



*Поле давления у поверхности Земли в январе. Точками обозначены местоположения астрономических и радиоастрономических обсерваторий и лазерных станций, кружком – перспективный регион для астроклиматических исследований. Стрелками указаны преобладающие воздушные течения, римскими цифрами – некоторые стабильные барические области: I – Северо-Тихоокеанский антициклон, II – Южно-Тихоокеанский антициклон, III – Гренландский антициклон, IV – Исландская депрессия, V – Азорский антициклон, VI – Южно-Атлантический антициклон, VII – Южно-Индийский антициклон, VIII – Азиатский антициклон, IX – Азиатская депрессия, X – Субантарктическая депрессия, XI – Антарктический антициклон, XII – Алеутская депрессия.*





лучей, которое в малом телескопе вызовет непрерывное дрожание звезды с частотой от нескольких до десятков герц. Изменение направления и обуславливает качество наблюдаемого изображения. Чем меньше площадь изображения звезды в фокальной плоскости телескопа, тем выше концентрация падающей энергии, тем более слабые объекты можно обнаружить на фоне неба. Таким образом, для продуктивной работы телескопа необходимо принимать во внимание также и атмосферное качество изображения.

Способность телескопа обнаруживать объекты на фоне неба определяет коэффициент поверхностной яркости изображения  $M = (D/\theta)^2$ , где  $D$  – диаметр телескопа,  $\theta$  – угловой диаметр атмосферного диска звезды. Величина  $M$  зависит как от степени сбора световой энергии, пропорциональной площади зеркала телескопа, так и от степени концентрации энергии, пропорциональной площади кружка рассеяния. Величина, характеризующая эффективность телескопа и применяемая для сравнения раз-

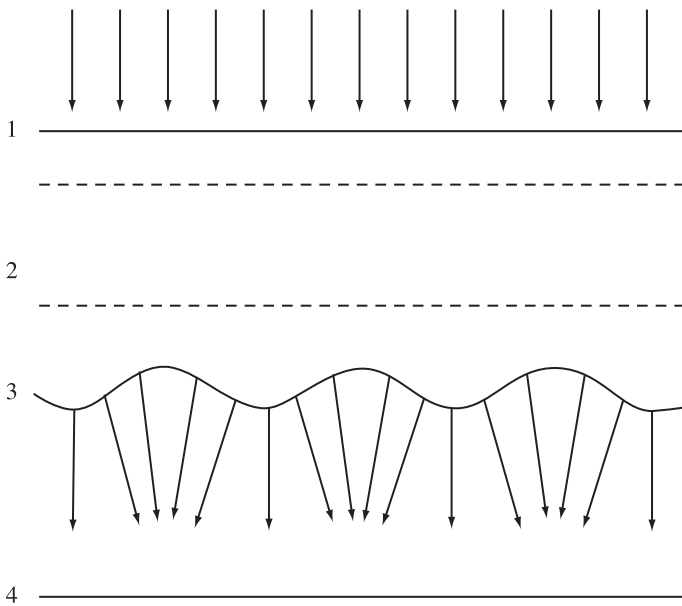
ных астрономических инструментов –  $H = M^{1/2} = (D/\theta)$ .

18–20 июня 1958 г. в Москве состоялось первое совещание по исследованию мерцаний звезд, на котором были заслушаны доклады, посвященные исследованию астроклимата. На совещании приняли решение об организации Комиссии по изучению мерцаний, которая вскоре преобразовалась в Рабочую группу по изучению астроклимата при Астросовете АН СССР. Понятие астроклимата, введенного в астрономический обиход профессором П.В. Щегловым, включает методику и технику, которая может быть использована для лучшего понимания и эксплуатации неба над астрономическими обсерваториями. Эта идея возникла из необходимости лучше понимать возможные ограничения, налагаемые земной атмосферой. Астроклиматическая группа Астросовета регулярно проводила совещания, результаты исследований были опубликованы в нескольких сборниках, последний из которых вышел в 1988 г. Однако в начале 1990-х гг. астроклиматические изыскания, как и многие другие

фундаментальные исследования в нашей стране, оказались без бюджетной поддержки и зачастую проводились энтузиастами. В последние годы благодаря усилиям сотрудников ГАИШ МГУ были разработаны новые астроклиматические приборы, применение которых позволит ввести в строй 2,5-м телескоп на Северном Кавказе. Значительный прогресс в изучении астроклимата достигнут также в Томском институте оптики атмосферы.

В настоящее время проблема поиска мест, пригодных для астрономических наблюдений, приобрела особую актуальность в связи с постройкой все более крупных телескопов, с площадью собирающей поверхности, эквивалентной многим десяткам квадратных метров (Земля и Вселенная, 2004, № 2). Начавшись с пионерских работ Ю. Штока, Дж. Келлера, Ф. Мейнела и других ученых, астроклиматические исследования в последние годы активно развиваются. Работа Комиссии МАС № 50 целиком посвящена поиску и защите мест, пригодных для астрономических наблюдений.

←  
*Поле давления у поверхности Земли в июле. Римскими цифрами обозначены устойчивые барические области, арабскими в кружках – местоположение некоторых крупных обсерваторий мира и предполагаемого строительства обсерватории в России: 1 – Мауна-Кеа, 2 – Китт-Пик, 3 – Ла-Силла, 4 – Ла-Пальма, 5 – Южно-Африканская обсерватория, 6 – Майданак, 7 – район Чуйской степи.*



*Искажение волнового фронта при прохождении через атмосферную зону турбулентности: 1 – плоский фронт волны, 2 – турбулентная зона, 3 – искаженный фронт волны, 4 – уровень поверхности Земли.*

колмогоровской теории турбулентности. В этой модели единственный параметр  $\rho_0$  – так называемый параметр Фрида, равный радиусу когерентности искажения волнового фронта, – достаточен для описания всех эффектов. Этот параметр можно получить, измеряя дрожание звезды в малом телескопе. Ширина звездного изображения  $\epsilon$  (FWHM: full width at half-maximum – полная ширина на половине максимума интенсивности)  $= 0,98\lambda/\rho_0$  зависит от длины волны ( $\lambda$ ) и параметра Фрида ( $\rho_0$ ). Вычислить параметр Фрида можно, наблюдая движение изображения звезды в фокальной плоскости телескопа. Для устранения неизбежных помех, связанных с ошибками часового ведения и случайных смещений из-за порывов ветра, применяют разностные методы, то есть измеряют положение изображений, строящихся двумя апертурами.

Ю. Шток и Дж. Келлер выдвинули идею двухлучевых приборов, получившую дальнейшее

За прошедшие годы произошли существенные сдвиги в астроклиматической теории, развивались наблюдательные методы, совершенствовалась аппаратура. В частности, если при выборе места для постройки обсерватории в 1950-е гг. было достаточно кратковременных визуальных наблюдений в небольшой телескоп, то в настоящее время аппаратура для астроклиматических исследований значительно усложнилась. При установке крупного телескопа необходимо принимать во внимание все большее число астроклиматических параметров, изучаемых с помощью специализированных станций, призванных более продуктивно использовать наблюдательное

время на действующих обсерваториях и тщательнее изучать условия в перспективных местах. Большие усилия прилагаются и для защиты уже существующих обсерваторий от неконтролируемого роста фона неба из-за растущей мощности источников света в окружающих поселениях.

#### КАК ИЗУЧАЮТ АСТРОКЛИМАТ

Астроклиматическая станция включает метеостанцию и приборы для изучения атмосферы: мониторы качества изображения, лазерные локаторы, микротемпературные датчики, приборы для измерения прозрачности и фона неба. Ухудшение качества изображения из-за земной атмосферы хорошо понятно в рамках

развитие в создании серии мониторов. Наиболее популярный из них, DIMM (Differential Image Motion Monitor – дифференциальный монитор движения изображения), применяется во многих обсерваториях. Параметр Фрида оценивается из дисперсии дифференциального движения изображения в двух малых апертурах, вырезаемых маской, установленной на входном зрачке небольшого телескопа. Разница в наклонах двух апертур пропорциональна искривлению волнового фронта.

В 1996–1999 гг. монитор DIMM был применен на Майданакской обсерватории. Модель данного прибора базируется на серийном телескопе системы Шмидта с 279-мм первичным зеркалом ( $F = 2800$  мм). Входной зрачок был закрыт маской, на которой вырезаны два круглых отверстия диаметром 80 мм, отстоящих на расстоянии 200 мм друг от друга. Маска фиксируется сверху шмидтовской коррекционной пластины. К одному из отверстий добавлена призма с углом наклона  $195''$ . В результате в фокальной плоскости телескопа формируются два раздельных изображения, регистрируемых с помощью детектора – прибора с зарядовой связью (CCD – Charge Coupled Device). Дисперсия поло-

жения изображения, полученного для одной из апертур диаметром  $D$ :

$$\sigma^2 = 0,373 \times \varepsilon^2(\text{FWHM}) \times (\rho_0/D)^{1/3}.$$

Отсюда можно было бы оценить параметр Фрида при подстановке в предыдущую формулу, если бы изображение было получено на неподвижном массивном крепко закрепленном телескопе. Поскольку невозможно разделить дрожание изображения, вызванное турбулентностью или вибрацией телескопа, применяют разностную схему. Измеряют дисперсию дифференциального смещения  $\sigma_l^2$  вдоль линии,  $l$  (longitudinal – продольный), соединяющей центры малых апертур, а также дисперсию  $\sigma_t^2$  в перпендикулярном направлении  $t$  (transversal – поперечный). Измеренные величины  $\sigma_l^2$  и  $\sigma_t^2$  при подстановке в выражения

$$\sigma_l^2 = \sigma^2 \times [1 - 0,541 \times (D/d)^{1/3}]$$

и

$$\sigma_t^2 = \sigma^2 \times [1 - 0,81 \times (D/d)^{1/3}]$$

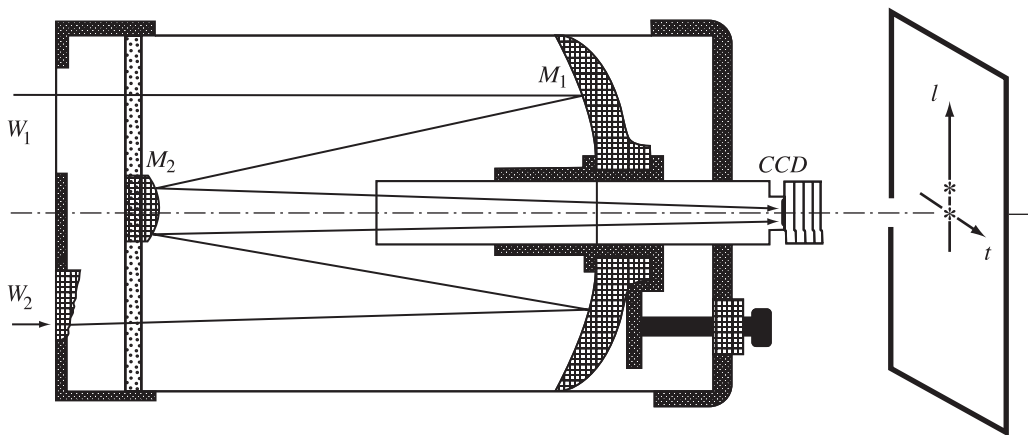
дают две независимые оценки  $\sigma^2$ , из которых можно определить  $\rho_0$  и оценить качество изображения  $\varepsilon^2$  (FWHM). Измерения показали, что атмосферное качество звездных изображений может значительно (в несколько раз) меняться от ночи к ночи, поэтому для того, чтобы принять

правильное решение, необходимы длительные ряды наблюдений.

В астроклиматических исследованиях применяется и другой прибор – MASS (Multi-Aperture Scintillation Sensor – многоапертурный датчик сцинтилляции), разработанный группой московских астрономов и предназначенный для измерения распределения турбулентности в земной атмосфере на разных высотах. В комбинации с DIMM он может дать полную картину: изменение качества изображения со временем, характерное время этих изменений, величину угла, на который смещается луч от звезды в земной атмосфере, высоту воздушного слоя, в котором возникают турбулентные потоки. Выяснилось, например, что значительная часть помех возникает в приземном слое, на высоте до 500 м. Комбинированный прибор MASS–DIMM, работающий в автономном режиме (без участия наблюдателя), может открыть новые перспективы для исследования астроклимата.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБСЕРВАТОРИЙ

Выбор места для постройки обсерватории определяется не только научными задачами. Необходимо учитывать географическое положение, рельеф местности,



Оптическая схема монитора движения изображения DIMM. С помощью этого прибора измеряется дрожание изображений звезды в фокальной плоскости телескопа в двух перпендикулярных направлениях ( $l$  и  $t$ ).  $M_1$  – первичное параболическое зеркало;  $M_2$  – вторичное гиперболическое зеркало;  $W_1$  и  $W_2$  – входные диафрагмы диаметром  $D$  каждая, разнесенные на расстояние  $d$ ; CCD – фотоприемник в фокальной плоскости телескопа.

удаленность от населенных пунктов, погодные условия. В последние десятилетия XX в. поиски подходящих мест для строительства астроно-

мических обсерваторий, включавшие рекогносцировку, а иногда даже длительные астроклиматические исследования, проводились во многих

странах: Аргентине, Индии, Канаде, Мексике, Монголии, Турции. Например, перед установкой 4-м телескопа в Обсерватории Британской Колумбии (Канада) было обследовано 21 подходящее место. В Монголии проведены исследования девяти мест, шесть из которых имеют астроклиматические характеристики, сравнимые с лучшими зарубежными обсерваториями. В 1986–1989 гг. в Турции в результате работы, проведенной совместно с российскими исследователями на четырех астропунктах, было принято решение о строительстве обсерватории на горе Бакырлытепе, где установили 1,5-м телескоп. С помощью двухлучевых приборов исследованы

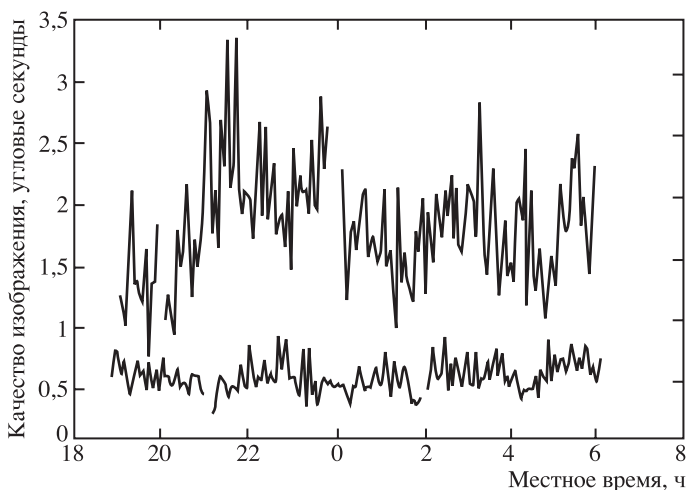


График качества изображения на Майданакской обсерватории: в наихудшую ночь (вверху) и в наилучшую ночь (внизу).



четыре пункта в индийских Гималаях.

На территории России, на громадной площади от Казани до Иркутска, пока существуют только университетские обсерватории в Казани и Екатеринбурге, лазерная станция в Томске и Саянская солнечная обсерватория на Западном Саяне. Несомненно, при возрождении интереса к развитию астрономической науки в России потребуются исследования перспективных мест для постройки новых обсерваторий взамен утраченных. Одно из них – горы Южного Алтая.

#### УСЛОВИЯ СОЗДАНИЯ ОБСЕРВАТОРИИ В АЛТАЙСКИХ ГОРАХ

*Географическое положение и климат.* В силу климатических условий, отмеченных выше, проведение астроклиматических исследований ограничивается регионом Южного Алтая и Западного Саяна, куда входят Алтай, Тыва и Хакасия. Перспективными районами для астроклиматических исследований могли бы стать Чуйская степь, Чулышманское и Алашское нагорья, плоскогорье Укок, а также отроги хребтов Табын-Богдо-Ола и Танну-Ола и, возможно, Тувинская котловина. На начальном этапе следовало бы ограничиться изыскательскими исследованиями

в некоторых регионах Республики Алтай, расположенной между 48° и 53° с.ш. и 82° и 90° в.д. Административный центр республики г. Горно-Алтайск находится на расстоянии 3640 км от Москвы. До ближайшей железнодорожной станции в г. Бийске – около 100 км, до Барнаула, центра Алтайского края, – 259 км. Территория республики занята горными хребтами, в основном ориентированных в меридиональном направлении: Семинским, Теректинским, Сумультинским и другими. Наивысшая вершина, гора Белуха (4506 м) расположена на Катунском хребте. Наибольшая межгорная котловина – Чуйская степь. Для астроклиматических исследований может представлять интерес район Юго-Восточного Алтая, в пределы которого входят Чуйская и Курайская степи, часть хребтов Шапшальского, Курайского, Сайлюгем, Табын-Богдо-Ола и плоскогорья Чулышманское и Укок.

Климат Республики Алтай – резко континентальный, от южных морей Алтай отделен горными хребтами. Теплые и влажные ветры Атлантического океана доходят уже ослабленными, а сухие и холодные массы воздуха с Ледовитого океана не встречают препятствий, поэтому климат здесь суровее,

чем на соответствующих широтах Европейской части, но в целом мягче, чем климат окружающих степей Западной Сибири. В зимнее время погода Алтая определяется развитием азиатского антициклона. В это время характерны юго-западные ветры, устойчивая холодная погода, малое количество осадков. Период смены погоды падает на апрель–май. Влияние холодных арктических масс вызывает прохладную и влажную погоду. К середине лета на окружающих равнинах устанавливается жаркая антициклонная погода. Характерная особенность климата – обилие солнечного света, сравнимое с Крымом и Северным Кавказом.

Сильное влияние на климат оказывает рельеф. Горные хребты, вставая на пути воздушных потоков, вызывают их подъем, сопровождающийся охлаждением. Происходит конденсация водяных паров, поэтому даже сухой воздух Средней Азии в горах может дать атмосферные осадки. Отгороженные от внешних воздействий межгорные котловины и вообще восточные районы Алтая остаются в ветровой тени и поэтому там сухо. В предгорьях вблизи Горно-Алтайска выпадает до 726 мм в год, а в Кош-Агаче – 105 мм в год. Для сравнения: в Москве – 550 мм в год,

в Севастополе – 320 мм в год. Наиболее сухое место – Чуйская степь, представляющая собой равнину длиной 70 км и шириной 10–40 км, окруженная высокими горными массивами (1700–1900 м). Река Чуя делит степь на две части: меньшую, прижатую к Курайскому хребту, и большую, доходящую до Южно-Чуйского и Сайлюгемского хребтов. В центре степи расположено село Кош-Агач. В Кош-Агаче в мае и июне число дней с относительной влажностью менее 30% составляет около 18%. Средняя продолжительность зимы в предгорьях – 3–5 месяцев, в высокогорных районах она длится 8–10 месяцев. Климат здесь резко континентальный. Средняя температура июля +13,8 °С, максимальная температура летом достигает +31 °С и –62 °С – минимальная зимой. В среднем продолжительность безморозного периода составляет 68 сут (от 31 сут в 1952 г. до 102 сут в 1947 г.). Сравнимые характеристики имеет пункт Усть-Улаган на Чулышманском нагорье. Резкие контрасты температуры объясняются не столько высотным расположением, сколько сильным выхолаживанием при безоблачном небе. Количество ясных дней в году в Чемале – 98, Абастумани – 116, Кисловодске – 83, Ялте – 70. Продол-

жительность солнечного сияния в течение года: в Москве – 1575, в Чемале – 1867, в Кош-Агаче – 2634 часов. Таким образом, можно ожидать, что общее количество ясного времени днем в Кош-Агаче примерно в полтора раза больше, чем вблизи действующих обсерваторий в Крыму и на Кавказе. Одна из характерных особенностей климата Кош-Агача – примерно в 44% от общего числа наблюдений в течение года стоит ясная и безветренная погода (зимой – 60%). На плоскогорье Укок средний уровень осадков – 215 мм в год, однако характерная черта климата (изменчивость погоды в течение дня) делает это место малопригодным для астрономических наблюдений.

По-видимому, *наиболее подходящее место для астрономических наблюдений – район Чуйской степи*. Низкие температуры до недавнего времени могли считаться неприемлемым условием для астрономических наблюдений, однако имеющийся опыт астрономических исследований, проводившихся на Шпицбергене или на Южном полюсе, указывает на то, что современная астрономическая аппаратура вполне работоспособна при низких температурах.

*Сейсмическая активность в Горном Алтае.* Алтайские горы возникли

250–450 млн лет назад, и считается, что полностью горообразование здесь еще не закончилось. На Алтае, как и во многих других горных массивах, существует определенная степень сейсмической опасности.

В середине 1990-х гг. в Горном Алтае начали восстанавливать сеть сейсмических станций. Развитие сети станций дало уникальную возможность изучить сейсмические процессы. 27 сентября 2003 г. произошло Чуйское землетрясение магнитудой 7,3 балла на территории Северо-Чуйского хребта, Чуйской и Курайской степей. В тот же день наблюдались вторичные толчки (афтершоки), наибольший из них был с магнитудой 6,4 балла. В результате палеосейсмологических исследований выявлены следы землетрясений в районе Чуйской и Курайской впадин за последние 9 тыс. лет с магнитудой 7–7,5 балла и повторяемостью 1–2 тыс. лет, то есть сравнительно редко. Тем не менее при строительстве в этом регионе необходимо выполнять необходимые правила, предусматривающие возможность разрушительных подземных толчков.

*Транспорт и связь.* Наилучшее транспортное сообщение по сравнению с плоскогорьем Укок и Чулышманским нагорьем делает в настоящее



время район Чуйской степи наиболее притягательным для развертывания астроклиматических работ.

Село Кош-Агач расположено на 553-м километре знаменитого Чуйского тракта, начинающегося в г. Бийске – конечном пункте железнодорожной ветки. Время проезда от Бийска до Новосибирска – около 11 ч, от Новосибирска до Москвы – около трех суток. Хорошо налажено автобусное сообщение между Бийском и Горно-Алтайском (96 км), из Горно-Алтайска до Кош-Агача пассажиры доезжают на маршрутных такси за 8–10 ч. Таким образом, от Москвы до Кош-Агача можно доехать за 3–5 дней. В последние годы обсуждается вопрос восстановления авиасообщения между Новосибирском, Горно-Алтайском и Кош-Агачем. Тогда от Москвы до Кош-Агача можно будет добраться

в течение одного дня. Немаловажным является наличие в Кош-Агаче стабильной возможности спутниковой связи и приема телепрограмм.

*Политическая обстановка.* Межнациональные конфликты, раздуваемые в последние годы на окраинах бывшего Советского Союза, не затронули Республику Алтай. Многонациональное население республики всегда было лояльно к существующей власти, что выгодно ее отличает от соседней Тывы с ее национальными волнениями и относительно высоким уровнем преступности. В целом стабильность политической обстановки определяется следующими факторами:

– этническим составом, почти на две трети состоящим из русскоговорящего населения,

– экономическим положением республики, бюджет которой в решающей степени определяется

*Село Кош-Агач в Чуйской степи на фоне Южно-Чуйского хребта. Фото автора.*

---

дотациями из федерального бюджета,

– отсутствием националистических настроений, в частности, так называемого “исламского фактора”.

#### АРХЕОАСТРОНОМИЯ

В Чуйской степи находится много еще неисследованных археологических памятников. Здесь открыто около двух десятков палеолитических стоянок, а также много курганов, каменных изваяний, наскальных рисунков. На возможность проведения астрономических наблюдений в Чуйской степи, по всей видимости, обратили внимание еще наши далекие предки. По крайней мере, начиная с верхнего палеолита человечество



*Гора Табожок (высота 3200 м) – одна из вершин Курайского хребта. Фото автора.*

---

стало интересоваться звездами. Возможно, что древняя астрономическая обсерватория, “алтайский Стоунхендж”, была и в Чуйской степи. Таким образом, регион может быть перспективным и для археоастрономических исследований.

#### Выводы

Наиболее перспективным для проведения астроклиматических ис-

следований на Алтае является район Чуйской степи с географической широтой 50°. Рельеф местности, напоминающий районы астропунктов Шорбулак на Памире и Ассы-Тюргень на Тянь-Шане, требует минимальных затрат на дорожное строительство. По количеству ясного времени Чуйская степь сравнима с Крымом и Кавказом. Климат района суровый, поэтому к аппаратуре должны предъявляться достаточно жесткие требования по надежности и работоспособности при низких температурах. Транспортное сообщение делает район Чуйской

степи наиболее привлекательным в настоящее время для проведения астроклиматических работ. Необходимую поддержку научных исследований можно найти в Горно-Алтайске, Бийске, Новосибирске, Томске, где имеются университеты и научные центры с библиотеками и вычислительными центрами. Стабильность политической обстановки – дополнительный довод в пользу выбора данного региона для развертывания астроклиматических исследований.



# НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: январь – февраль 2011 г.

Таблица 1

## ОСНОВНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ

Дата	Время, ч	Событие
<b>Январь</b>		
2	14	Луна проходит в 4° южнее Меркурия
3	18	Земля в перигелии
3	22	<i>Максимум метеорного потока Квадрантиды</i>
4	9	<b>Новолуние</b>
4	9	<b>Частное солнечное затмение, видимое в России</b>
4	12	Юпитер проходит в 0,5° южнее Урана
8	18	Венера в наибольшей западной элонгации (47°)
9	20	Меркурий в наибольшей западной элонгации (23°)
10	5	Луна в апогее
12	11	<b>Первая четверть</b>
18	2	<i>Покрытие <math>\eta</math> Близнецов Луной</i>
19	21	<b>Полнолуние</b>
22	0	Луна в перигее
26	13	<b>Последняя четверть</b>
27	8	Сатурн переходит от прямого движения к попятному
29	22	<i>Покрытие <math>\theta</math> Змееносца Луной</i>
30	3	Луна проходит в 3° южнее Венеры
<b>Февраль</b>		
3	2	<b>Новолуние</b>
4	16	Марс в соединении с Солнцем
6	22	Луна в апогее
11	7	<b>Первая четверть</b>
14	12	<i>Покрытие <math>\eta</math> Близнецов Луной</i>
14	15	<i>Покрытие <math>\mu</math> Близнецов Луной</i>
17	9	Нептун в соединении с Солнцем
18	8	<b>Полнолуние</b>
19	7	Луна в перигее
24	23	<b>Последняя четверть</b>
25	8	Меркурий в верхнем соединении
26	4	<i>Покрытие <math>\theta</math> Змееносца Луной</i>

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

## ЭФЕМЕРИДА СОЛНЦА

Дата	$\alpha$		$\delta$		45°		55°		65°	
					восход	заход	восход	заход	восход	заход
	ч	м	°	'	ч: м	ч: м	ч: м	ч: м	ч: м	ч: м
Январь 1	18	44	-23	03	07:40	16:31	08:26	15:44	10:09	14:01
11	19	28	-21	55	07:38	16:41	08:22	15:58	09:51	14:28
21	20	10	-20	03	07:32	16:54	08:11	16:15	09:25	15:01
31	20	52	-17	35	07:23	17:08	07:55	16:36	08:54	15:36
Февраль 10	21	33	-14	35	07:10	17:22	07:36	16:57	08:21	16:11
20	22	12	-11	11	06:55	17:36	07:14	17:18	07:46	16:46
Март 2	22	49	-07	29	06:39	17:50	06:50	17:38	07:10	17:19

Примечание. В таблице дано среднее солнечное время.

**Пример.** Определить время восхода Солнца 4 января 2011 г. в Москве (широта  $55^{\circ} 45'$ , долгота  $2^{\circ} 31^{\text{м}}$ , 2-й часовой пояс). Пользуясь Таблицей II, интерполируем по широте значение времени восхода Солнца на 4 января, получаем  $08^{\text{ч}} 30^{\text{м}}$ . Вычтем из него долготу места, прибавим номер часового пояса и час для учета декретного времени, получим  $08^{\text{ч}} 59^{\text{м}}$ .

Таблица III

## ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата	$\alpha$		$\delta$		m	d	F	Продолжительность видимости для разных широт, ч			Период
								45°	55°	65°	
	ч	м	о	'	"	"	"	"	"	"	
<b>Меркурий</b>											
Январь 1	17	16,1	-20	12	0,1	8,0	0,38	0,9	0,3	-	Утро
11	17	47,3	-21	56	-0,3	6,4	0,67	1,0	-	-	
21	18	41,2	-23	06	-0,2	5,6	0,81	-	-	-	
31	19	43,7	-22	29	-0,3	5,1	0,90	-	-	-	
Февраль 10	20	49,9	-19	43	-0,6	4,9	0,95	-	-	-	
20	21	57,9	-14	38	-1,3	4,8	0,99	-	-	-	
Март 2	23	07,0	-07	17	-1,7	5,0	0,99	-	-	-	
<b>Венера</b>											
Январь 1	15	27,7	-15	14	-4,6	27,3	0,46	4,2	4,6	5,3	Утро
11	16	08,3	-17	26	-4,5	24,3	0,51	4,0	4,2	4,4	Утро
21	16	52,2	-19	20	-4,4	21,9	0,56	3,6	3,6	3,3	Утро
31	17	38,9	-20	38	-4,3	19,9	0,61	3,2	3,0	2,2	Утро
Февраль 10	18	27,5	-21	09	-4,3	18,3	0,65	2,8	2,4	1,2	Утро
20	19	17,0	-20	45	-4,2	17,0	0,68	2,3	1,9	-	Утро
Март 2	20	06,8	-19	23	-4,1	15,9	0,72	1,9	1,4	-	Утро
<b>Марс</b>											
Январь 1	19	19,5	-23	11	1,2	3,9	1,00	-	-	-	
11	19	52,8	-21	58	1,2	3,9	1,00	-	-	-	
21	20	25,5	-20	20	1,1	3,9	1,00	-	-	-	
31	20	57,7	-18	19	1,1	3,9	1,00	-	-	-	
Февраль 10	21	29,2	-15	59	1,1	3,9	1,00	-	-	-	
20	22	00,1	-13	22	1,1	4,0	1,00	-	-	-	
Март 2	22	30,2	-10	32	1,1	4,0	1,00	-	-	-	

Таблица III (окончание)

Дата	$\alpha$		$\delta$		m	d	F	Продолжительность видимости для разных широт, ч			Период	
	ч	м	о	'				45°	55°	65°		
<b>Юпитер</b>												
Январь	1	23	48,8	-02	36	-2,2	38,7	0,99	6,7	7,4	8,7	Вечер
	11	23	54,1	-01	59	-2,1	37,6	0,99	6,0	6,6	7,9	Вечер
	21	00	00,2	-01	17	-2,1	36,6	0,99	5,2	5,8	6,9	Вечер
	31	00	07,0	-00	31	-2,0	35,7	0,99	4,4	5,0	5,8	Вечер
Февраль	10	00	14,4	+00	19	-2,0	35,0	1,00	3,7	4,1	4,8	Вечер
	20	00	22,3	+01	11	-2,0	34,4	1,00	2,9	3,2	3,7	Вечер
Март	2	00	30,5	+02	05	-1,9	33,9	1,00	2,2	2,4	2,7	Вечер
<b>Сатурн</b>												
Январь	1	13	04,5	-04	16	0,8	17,3	1,00	6,6	7,0	7,7	Утро
	11	13	05,9	-04	21	0,7	17,6	1,00	7,2	7,6	8,2	Утро
	21	13	06,7	-04	23	0,7	17,9	1,00	7,7	8,0	8,5	Утро
	31	13	06,8	-04	20	0,7	18,2	1,00	8,2	8,5	8,8	Утро
Февраль	10	13	06,2	-04	14	0,6	18,5	1,00	8,7	8,8	9,0	Утро
	20	13	05,0	-04	04	0,5	18,8	1,00	9,2	9,2	9,2	Ночь
Март	2	13	03,2	-03	50	0,5	19,0	1,00	9,6	9,5	9,4	Ночь

Примечание. Координаты даны на момент 0<sup>ч</sup> по Всемирному времени.

## ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

В январе **Меркурий** располагается на небесной сфере к западу от Солнца, и у любителей астрономии появится шанс увидеть его утром перед восходом Солнца невысоко над юго-восточной частью горизонта. В начале года планета находится севернее эклиптики в созвездии Змееносца, 2 января произойдет соединение с серпом стареющей Луны, что поможет отыскать Меркурий на ярком фоне неба. Меркурий в это время также будет виден как серп, но заметить это удастся лишь с помощью телескопа. Невысокое склонение затруднит наблюдения на севере страны. В середине января Меркурий покинет утреннее небо.

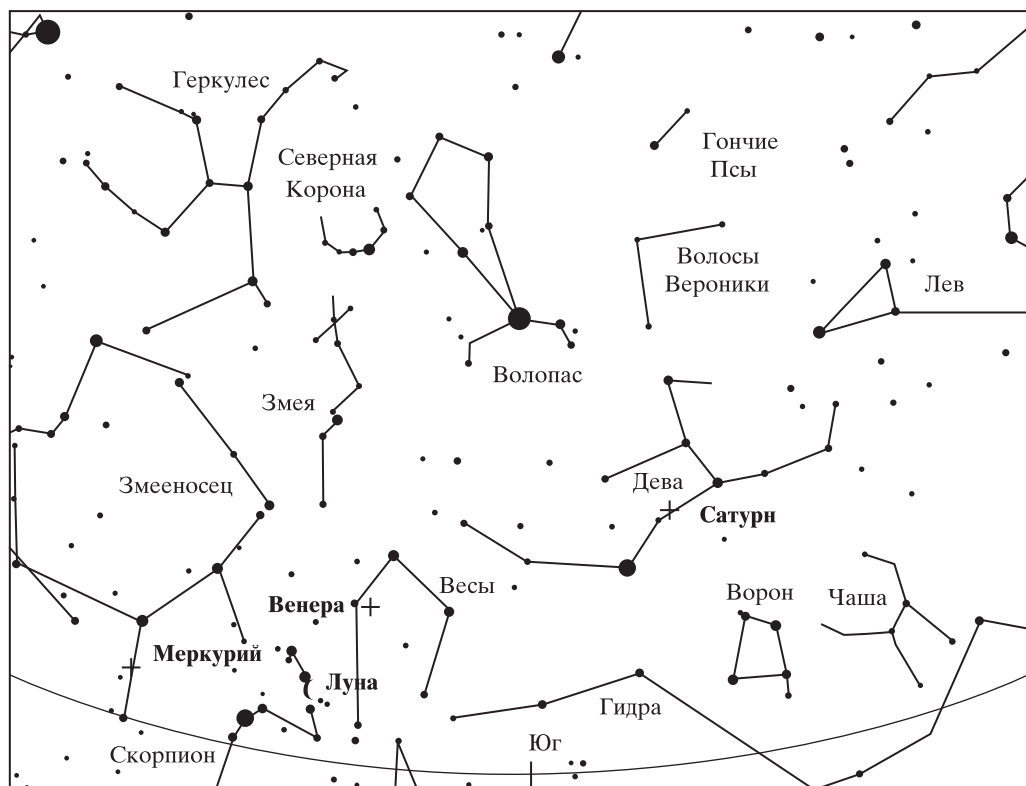
8 января в наибольшую западную элонгацию вступает **Венера** (за сутки до Меркурия), но она находится в два раза дальше на небесной сфере от Солнца и имеет большую яркость, благодаря чему наиболее заметна на утреннем небе. Планета быстро перемещается по небесной сфере, 9 января

переходит из созвездия Весов в Скорпион, 14 января она перемещается в Змееносец, 31 января – в Стрелец. Интерес представляет ее соединение с Луной (30 января). Узкий серп Луны с залитым пепельным светом диском будет эффектно смотреться над восточной частью горизонта.

**Марс** находится в соединении с Солнцем и не виден.

По вечерам доступен наблюдениям **Юпитер**. В начале года после захода Солнца планета видна высоко над южным горизонтом, но с каждым днем она приближается к Солнцу и условия видимости ухудшаются. До конца зимы планету еще можно увидеть невысоко над западным горизонтом. 24 февраля Юпитер ненадолго перейдет из Рыб в созвездие Кита.

Еще дальше от Солнца, чем Венера, – в созвездии Девы – виден **Сатурн**. В начале года планета восходит вскоре после полуночи и остается на небе до утра, к концу февраля ее можно увидеть и вечером над восточным



Вид южной части звездного неба в Москве 1 января в 8<sup>ч</sup> по московскому времени. Отмечено положение Луны, Меркурия, Венеры и Сатурна.

горизонтом. В небольшой телескоп удастся рассмотреть кольца планеты.

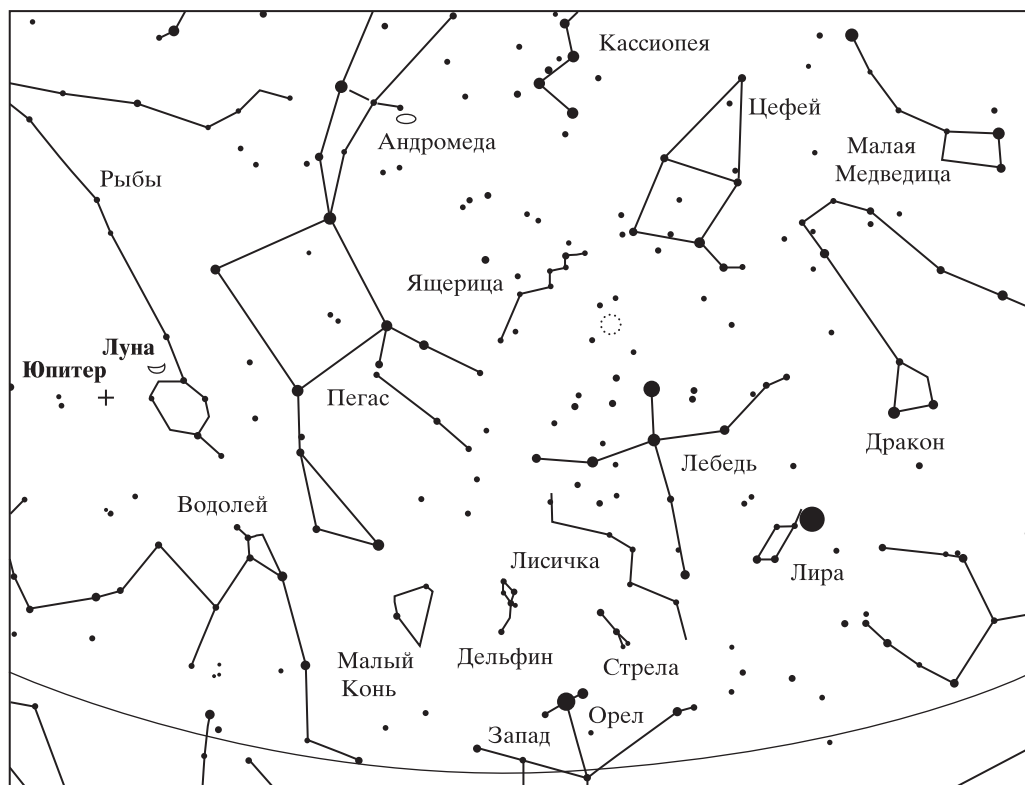
### МЕТЕОРНЫЙ ПОТОК КВАДРАНТИДЫ

Его максимум приходится на 3 января. Радиант потока находится в созвездии Волопаса и виден всю ночь высоко над горизонтом. На этот раз в преддверии новолуния Луна не мешает наблюдениям, оставив фон неба достаточно темным для регистрации слабых метеоров. Максимальная активность потока непродолжительна, лишь несколько часов, зенитное часовое число (ZHR), по прогнозам, – около 120.

### ПОКРЫТИЯ ЗВЕЗД ЛУНОЙ

Утром 18 января в европейской части России доступно наблюдениям покрытие звезды  $\eta$  Близнецов ( $3,5^m$ ). Вечером 14 февраля покрытие этой звезды могут попытаться увидеть жители Дальнего Востока. Спустя три часа после него состоится покрытие  $\mu$  Близнецов ( $2,9^m$ ), видимое уже почти на всей территории нашей страны. К сожалению, фаза Луны близка к полной, что затруднит наблюдения. Утром по местному времени 30 января на юге Дальнего Востока произойдет покрытие  $\theta$  Змееносца ( $3,3^m$ ), причем проще будет наблюдать выход звезды из-за темного края лунного диска (фаза





Вид западной части звездного неба в Москве 10 января в 19<sup>ч</sup> по московскому времени. Отмечено положение Луны и Юпитера.

стареющей Луны – 0,16). Спустя месяц, утром 26 февраля, в район видимости явления попадет европейская часть России, фаза Луны составит уже 0,37.

#### ЧАСТНОЕ СОЛНЕЧНОЕ ЗАТМЕНИЕ

4 января любители астрономии могут стать свидетелями **частного солнечного затмения**. Оно достигнет наибольшей фазы (0,858) в 8<sup>ч</sup>52<sup>м</sup> над Скандинавским полуостровом в точке с координатами 20°54,5' в.д. и 64°50,7' с.ш. Затмение будет видно днем в европейской части России, а

вечером – на Урале и в Западной Сибири, за исключением районов Крайнего Севера, где Солнце не взойдет над горизонтом из-за полярной ночи. Луна закроет северную часть солнечного диска, и в максимальной фазе Солнце будет выглядеть как “лодочка”. Из-за большой фазы и низкой высоты Солнца над горизонтом местность заметно потемнеет. Вблизи наибольшей фазы можно попытаться заметить к западу от Солнца две планеты – Венеру и Меркурий (обе почти в наибольшей элонгации).

## ЧАСТНЫЕ ФАЗЫ СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ 4 ЯНВАРЯ 2011 г.

Город	Начало		Середина		Конец		Фаза	Высота о
	ч	м	ч	м	ч	м		
Абакан	09	02	09	46	–		0,36*	0
Архангельск	07	50	09	10	10	30	0,83	3
Астрахань	07	47	09	18	10	45	0,68	21
Барнаул	08	52	09	58	–		0,46	2
Белгород	07	31	08	59	10	02	0,78	16
Березники	08	07	09	29	10	47	0,74	7
Бийск	08	55	10	00	–		0,43	1
Брянск	07	31	08	58	10	26	0,81	13
Великий Новгород	07	34	08	57	10	21	0,84	8
Владикавказ	07	38	09	11	10	41	0,67	24
Владимир	07	42	09	08	10	33	0,80	11
Волгоград	07	42	09	12	10	40	0,73	19
Вологда	07	45	09	08	10	32	0,82	8
Воркута	08	15	08	33	–		0,22 <sup>1</sup>	0
Воронеж	07	36	09	04	10	33	0,78	16
Горно-Алтайск	08	57	10	01	–		0,41	1
Грозный	07	41	09	13	10	42	0,66	24
Екатеринбург	08	13	09	34	10	51	0,69	8
Иваново	07	44	09	09	10	34	0,81	10
Ижевск	08	01	09	25	10	46	0,74	10
Йошкар-Ола	07	53	09	18	10	41	0,77	11
Казань	07	55	09	20	10	43	0,76	11
Калининград	07	17	08	39	10	05	0,83	8
Калуга	07	35	09	01	10	28	0,81	12
Кемерово	08	52	09	58	–		0,47	0
Киров	07	57	09	20	10	42	0,77	8
Кострома	07	45	09	09	10	33	0,81	10
Краснодар	07	29	09	00	10	32	0,73	22
Красноярск	08	59	9	26	–		0,26*	0
Кудымкар	08	04	09	26	10	46	0,75	7
Курган	08	21	09	40	10	55	0,64	8
Курск	07	32	08	59	10	29	0,79	15
Кызыл	09	10	09	44	–		0,27*	0
Липецк	07	38	09	05	10	33	0,79	15
Магнитогорск	08	10	09	34	10	53	0,67	12
Майкоп	07	30	09	02	10	34	0,71	23
Махачкала	07	44	09	16	10	44	0,65	24
Москва	07	38	09	04	10	30	0,81	11
Набережные Челны	08	00	09	25	10	46	0,74	11
Назрань	07	39	09	11	10	41	0,67	24
Нальчик	07	36	09	09	10	39	0,68	24

Таблица IV (окончание)

Город	Начало		Середина		Конец		Фаза	Высота
	ч	м	ч	м	ч	м		
Нарьян-Мар	08	04	09	21	–		0,79	0
Нижневартовск	08	32	09	46	–		0,62	0
Нижний Новгород	07	47	09	13	10	37	0,79	11
Нижний Тагил	08	12	09	33	10	50	0,71	7
Новокузнецк	08	56	10	00	–		0,43	0
Новосибирск	08	48	09	56	–		0,49	1
Омск	08	34	09	49	–		0,57	5
Орел	07	33	09	00	10	28	0,80	14
Оренбург	08	03	09	29	10	50	0,69	14
Орск	08	10	09	34	10	53	0,65	14
Пенза	07	47	09	14	10	40	0,76	14
Пермь	08	06	09	28	10	48	0,73	8
Петрозаводск	07	41	09	02	10	25	0,84	5
Псков	07	30	08	52	10	18	0,84	8
Ростов-на-Дону	07	32	09	03	10	34	0,74	20
Рязань	07	40	09	06	10	33	0,80	13
Салехард	08	18	09	02	–		0,51*	0
Самара	07	55	09	22	10	45	0,73	14
Санкт-Петербург	07	35	08	57	10	20	0,85	6
Саранск	07	48	09	14	10	40	0,77	13
Саратов	07	47	09	15	10	41	0,75	16
Серов	08	12	09	33	10	49	0,71	6
Смоленск	07	30	08	55	10	22	0,82	12
Ставрополь	07	34	09	06	10	37	0,71	22
Сургут	08	28	09	43	–		0,64	1
Сыктывкар	08	00	09	21	10	40	0,78	5
Тамбов	07	41	09	08	10	36	0,78	15
Тверь	07	37	09	02	10	27	0,82	10
Тольятти	07	54	09	21	10	44	0,74	14
Томск	08	49	09	56	–		0,50	0
Тула	07	36	09	03	10	30	0,80	13
Тюмень	08	20	09	39	10	54	0,66	7
Ульяновск	07	53	09	19	10	43	0,75	13
Уфа	08	05	09	29	10	50	0,71	11
Ухта	08	04	09	34	10	41	0,78	3
Ханты-Мансийск	08	23	09	40	–		0,67	2
Чебоксары	07	52	09	18	10	41	0,77	11
Челябинск	08	14	09	36	10	53	0,67	10
Черкесск	07	34	09	06	10	37	0,70	23
Элиста	07	40	09	11	10	40	0,71	21
Ярославль	07	43	09	08	10	32	0,81	10

Примечание. Звездочка означает, что максимальная фаза наступает во время захода Солнца.

Д.А. ЧУЛКОВ  
ГАИШ МГУ

## Сейсмичность в первом полугодии 2010 г.

До июля 2010 г. в Геофизической службе РАН зарегистрировано более 2 тыс. землетрясений. Их очаги распределились следующим образом: большинство в Тихоокеанском сейсмическом поясе – 1180 землетрясений; в Центральной Америке – 370; в Курило-Камчатской зоне – 238; в Трансазиатском поясе в Центральной Азии – 223; в Средиземноморском поясе – 80; на Кавказе и в Крыму – 41; в Северо-Атлантическом поясе – 35; в районе Северной

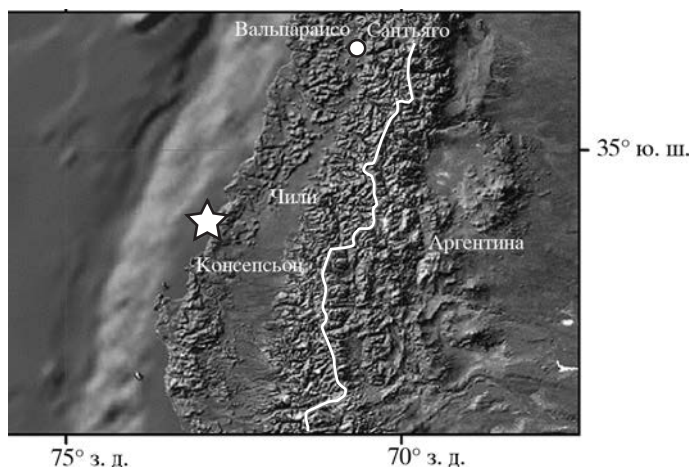
Земли, Норвежского моря и острова Шпицберген – 19; на Байкале – 34; в Африке – 9.

На территории России и стран СНГ имели место 49 землетрясений, сотрясения от которых на поверхности отмечались силой от 2 до 5 баллов. Наибольшие сотрясения (5 баллов) отмечены в Малокурильском 15 января от землетрясения на Курильских островах с магнитудой  $M = 5,7$  и в Еланцах – 24 февраля в районе озера Байкал от землетрясения с  $M = 4,5$ .

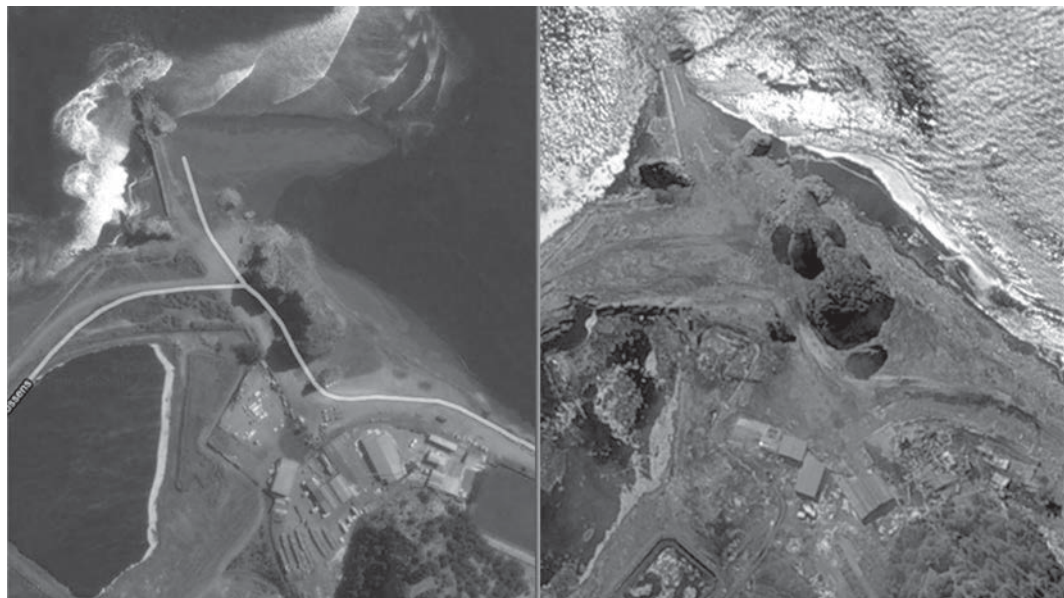
Сотрясения силой 4–5 баллов зафиксированы 9 июня на Восточном Кавказе от землетрясения в Чечне с  $M = 4,9$ . Остановимся на наиболее значимых событиях.

12 января мощное землетрясение потрясло Гаити ( $M = 7,2$ ). Имелись многочисленные жертвы и разрушения (Земля и Вселенная, 2010, № 2). Далее сейсмическая активность не снизилась, она продолжилась серией сильных афтершоков землетрясения на Гаити  $M \geq 7$ , рядом землетрясений той же магнитуды на острове Рюкю в Японии.

Через полтора месяца, 27 февраля 2010 г. в 6 ч 34 мин по Гринвичу, в Чили возникло новое катастрофическое землетрясение века ( $M = 8,7$ ). Его очаг находился на глубине 33 км на побережье в центре Чили, в 86 км к север-северо-востоку от Концепсьона и в 355 км к юг-юго-западу от Сантьяго. За землетрясением последовала серия цунами, волны которого обрушились на 11 чилийских городов. На острове Робинзона Крузо (чилийский архипелаг



Эпицентр чилийского землетрясения ( $M = 8,7$ ) 27 февраля 2010 г. (отмечен звездочкой).



*Прибрежные районы г. Конституьсон, пострадавшие в результате землетрясения 27 февраля 2010 г. Слева – снимок, сделанный ИСЗ “GeoEye-1” (США) до катастрофы. Справа – снимок, сделанный ИСЗ “EROS-B” (Израиль) 2 марта 2010 г. Фото GEOEYE, ImageSat.*

Хуан-Фернандес) трехметровая волна унесла жизни как минимум пяти человек. В Новой Зеландии максимальная высота волн составила 2 м, Гавайи атаковали волны высотой 2,3 м. В США самые высокие волны были зарегистрированы в районе Санта-Барбары (штат Калифорния) – более метра. В Японии на побережье Хонсю волна достигала 1,5 м, от острова Хоккайдо до Окинавы подъем воды был 60 см. Специальный датчик, установленный на о. Парамушир, отметил вторичный подъем волны до 2,2 м. На о. Шикотан высота остаточной волны от цунами составила 68 см, на о. Итуруп она

не превышала 10–15 см. Как сообщил Камчатский центр предупреждения о цунами, максимальная высота приливной волны на юге Камчатки достигала 60–70 см. По данным Геологической службы США, землетрясение ощущалось в Аргентине, Бразилии, Перу и Чили. По данным ИТАР-ТАСС, в результате землетрясения 27 февраля 2010 г. в Чили погибло более 700 человек, 300 считаются пропавшими без вести.

Район чилийского побережья от мыса Консепсьон до острова Чилоэ характеризуется наиболее частыми и сильными землетрясениями. Начиная с катастрофы

1562 г. город Консепсьон пережил 12 сильных землетрясений, а город Вальдивия за период 1575–1907 гг. – 7 землетрясений. Во время землетрясения 24 января 1939 г. в Консепсьоне и его окрестностях погибло около тысячи человек и 70 тыс. осталось без крова. Эпицентр землетрясения 27 февраля 2010 г. расположен приблизительно в 430 км к северу от эпицентра Большого чилийского землетрясения 22 мая 1960 г. ( $M = 9,5$ ) – сильнейшего сейсмического события за всю доступную сейсмическую историю Земли. Линейная протяженность очага землетрясения 22 мая 1960 г., по раз-



личным источникам, оценивается в 1000 км. Очаговые области последних землетрясений в этом районе перекрываются, что подтверждается распределением эпицентров их афтершоковых последовательностей.

Напомним, что очаг катастрофического **чилийского землетрясения 22 мая 1960 г.** протянулся вдоль Атакамской глубоководной впадины – примерно от Консепсьона до о. Чилоэ, а серия более слабых землетрясений прокатилась до Огненной Земли. Землетрясению предшествовала серия форшоков, начавшаяся 21 мая 1960 г. Вскоре после главного толчка отлив сменился страшным цунами – высота волн вблизи эпицентра достигала 25 м! На побережье обрушилось несколько гигантских волн: первая – высотой 4–5 м, вторая, высотой до 8 м, пришла через 20 мин, третья, высотой 10–11 м, накатилась час спустя (ее скорость достигала 100 км/ч). Обрушившись на обломки домов, оставшихся после второй волны, море вновь замерло на четверть часа, а затем стало отступать с ужасным металлическим звуком. Отхлынув, волна двинулась в противоположном направлении и почти с такой же разрушительной силой ударила на побережье Японии, погубив 150 человек, разрушив 6 тыс.

и затопив около 40 тыс. домов. Затем цунами достигло Гавайских островов. Здесь высота волн была около 10 м, многие жилые дома, административные здания, автомобили были смыты водой или разрушены. Жертвами цунами стало 60 человек. Волны цунами распространялись по Тихому океану и за его пределы со скоростью 650–700 км/ч. На японских островах было затоплено 36 тыс. домов, опрокинуто 900 судов и рыбачьих лодок. Никогда еще не отмечалось, чтобы волны цунами, преодолев такое огромное расстояние, сохранили свою разрушительную силу. Утром 24 мая 1960 г. волна цунами подошла к тихоокеанским берегам Дальнего Востока России. В среднем вода поднялась на 3–4 м, максимальная высота – 6–7 м. На Курильских островах максимальная высота подъема воды составляла 4,7 м в районе Северо-Курильска, были затоплены дома на побережье, склады и причалы, смыты мост и некоторые строения. Цунами наблюдалось на всех островах Курильской гряды: максимальная высота подъема воды составила 4 м на о. Шикотан, 2,2 м – на о. Кунашир, 2,5 м – на о. Итуруп, 1,3–1,5 м на о. Матуа. Цунами проникло и в Охотское море. В Магадане высота подъема воды составила 2,2 м.

Слабое цунами наблюдалось также на Сахалине.

8 марта 2010 г. произошло землетрясение в **Турции** в трансатлантическом сейсмическом поясе (восточная часть Восточно-Анатолийского разлома) с магнитудой  $M = 6$ , в результате которого погиб 51 человек и 34 получили ранения. Очаг находился в Турции на глубине 10 км в 113 км к север-северо-западу от Диярбакира, в 153 км к восток-северо-востоку от Малатья и в 420 км к запад-юго-западу от Еревана (Армения). Землетрясение ощущалось в Турции, Сирии и Ираке. Известно, что территория Турции расположена в сейсмически активной зоне: здесь сталкиваются Аравийская и Евразийская плиты, поэтому возникают частые разрушительные землетрясения. Большая часть континентальной коры (почти размером с Турцию) – это Анатолийский блок, ограниченный с севера Северо-Анатолийским разломом, с юго-востока – Восточно-Анатолийским разломом. В недавнем прошлом Турция пострадала от разрушительных землетрясений 13 марта 1992 г. (Эрзинджан;  $M = 6,6$ ; погибли сотни людей и тысячи остались без крова) и 7 сентября 1999 г. (Измит;  $M = 7,6$ ; погибло 17 тыс. человек, ранено 50 тыс. и осталось без крова 500 тыс.).

В районе **Уральских гор** 29 марта было зафиксировано редкое тектоническое землетрясение с  $M = 4,3$  к северо-западу от г. Качканар. Наиболее сильные сотрясения, 3–4 балла, наблюдались в пяти населенных пунктах Урала. Его очаг располагался вблизи ряда горнодобывающих предприятий. Макросейсмическое обследование последствий позволило высказать ученым предположение о тектонической природе его возникновения. Уникальность территории Урала состоит в том, что, несмотря на многообразие здесь природы сейсмических событий, тектонические землетрясения крайне редки. Сводный каталог землетрясений за 300 лет (с 1693 по 2002 г.) включает не более двух десятков достоверно определенных тектонических землетрясений. Самое известное среди них – Билимбаевское, 17 августа 1914 г. ( $M = 5$ ).

В Тихоокеанском сейсмическом поясе на **севере Мексики** 4 апреля зафиксировано сильное землетрясение ( $M = 7,2$ ), повлекшее за собой человеческие жертвы. Его очаг находился на глубине 10 км в Мексике на границе штата Калифорния (США) в 56 км к юго-востоку от Мехикали (Мексика), в 193 км к восток-юго-востоку от Сан-Диего (США). По дан-

ном РИА Новости, в результате землетрясения погибло два человека, 233 получили ранения. В г. Мехикали значительно повреждены государственные учреждения, больницы, жилые здания и ирригационные каналы. Землетрясение ощущалось в Мексике и США.

Побережье **Северной Суматры** (Индийский сейсмический пояс) сотрясилось 6 апреля от землетрясения с  $M = 7,8$ , очаг которого находился в море на глубине 33 км, в 218 км к юго-западу от Медана (Индонезия) и в 502 км к север-северо-западу от Паданга (Индонезия). По данным РИА Новости, на юго-востоке острова землетрясение вызвало достаточно серьезные разрушения, которые, к счастью, не сопровождались человеческими жертвами. В соседней провинции отмечались перебои с подачей электроэнергии. Землетрясение и последующие толчки ощущались практически во всех северных и центральных районах Суматры и даже в соседней Малайзии, в городе Куала-Лумпуре.

Разрушительным было землетрясение 13 апреля 2010 г. с  $M = 6,9$  в **Северном Цинхэе** (Китай). Очаг находился в горной местности на глубине 10 км, в 240 км к север-северо-западу от Джамдо, в 655 км к северо-востоку от Лхасы и в 1900 км к запад-юго-

западу от Пекина. По данным РИА Новости, число погибших достигло 617 человек, 970 получили тяжелые травмы. Разрушено до 90% строений, жилые дома и несколько учебных заведений, по большей части одноэтажные здания из глины и дерева, была нарушена сотовая связь, отсутствовало электричество.

На территории России 9 июня в 17 ч 25 мин по Гринвичу в **Чеченской Республике** зарегистрировано землетрясение  $M = 4,9$ , через 4 мин возник второй толчок,  $M = 4,8$ . Очаг располагался на территории Чечни на глубине 20 км, в 28 км к северо-западу от Грозного и в 70 км к юго-востоку от Назрани. Сейсмотектоническая позиция очага этого землетрясения определяется положением его в Терско-Сунженской зоне. К ней приурочены очаги наиболее значительных землетрясений: Черногорских (1976 г.,  $M = 6,2$ ; 1984 г.,  $M = 5,2$ ; 1989 г.,  $M = 5,1$ ) и Курчалойского (2008 г.,  $M = 5,6$ ).

12 июня отмечено сильное землетрясение ( $M = 7,6$ ) в районе **Никобарских островов** (Индия). Очаг землетрясения находился в Индийском океане на глубине 33 км у западного побережья Никобарских островов, в 165 км к запад-юго-западу от Мохеана (Индия) и в 450 км к запад-северо-

западу от Банда-Ачеха (Индонезия).

18 июня в районе **Курильских островов** произошло землетрясение, ощутимое в Курильске силой 6,2 балла, в Малокурильске – 3 балла, в Южно-Курильске – 2 балла. Очаг этого события располагался в районе

катастрофического Шикотанского землетрясения 4 октября 1994 г. ( $M = 8,4$ ). В том же месте 25 мая 2001 г. отмечалось землетрясение с магнитудой 7.

Параметры всех землетрясений представлены на информационном сервере Геофизической

службы РАН (<http://www.ceme.gsras.ru>).

*О.Е. СТАРОВОЙТ,*  
*кандидат физико-математических наук*  
*Л.С. ЧЕПКУНАС,*  
*кандидат физико-математических наук*  
*М.В. КОЛОМИЕЦ*  
*(г. Обнинск)*

---

## *Когда номер был сверстан*

---

### **Gliese 581 g – двойник Земли**

В сентябре 2010 г. ученые Калифорнийского университета (Санта-Круз) и Института Карнеги (Вашингтон) объявили об открытии экзопланеты Gliese 581 g, возможно обладающей атмосферой. Это одна из шести экзопланет в системе красного карлика Gliese 581, находящейся в созвездии Весов. Расстояние до звезды Gliese 581 – 20,3 св. года (около 200 трлн км). В результате длительных наблюдений с помощью телескопа Keck1 Обсерватории им. В.М. Кека (Гавайи) и 3,6-м телескопа VLT Евро-

пейской Южной Обсерватории (ESO, Чили) в 2005, 2007 и 2009 гг. в системе этой звезды обнаружены четыре планеты (Земля и Вселенная, № 4, 2010), а сейчас открыты еще две планеты, одна из которых – Gliese 581 g. Она, возможно, по своим параметрам близка к Земле: ее масса примерно в три раза больше массы нашей планеты, ускорение свободного падения на поверхности больше, чем на Земле, всего в 1,5 раза. Gliese 581 g находится на расстоянии 0,146 а.е. (около 22 млн км) от своей звезды, делает оборот вокруг нее за 36,6 земных суток, обращена к звезде всегда одной

стороной, температура на дневной стороне достигает +70 °С, на ночной опускается до –30 °С, а в сумеречной области – около нуля. Очень важно, что Gliese 581 g расположена в “зоне жизни” своей звезды: это делает возможным существование на ней не только воды, но и атмосферы. В настоящее время Gliese 581 g считается наиболее вероятным двойником Земли. Ученым предстоит сфотографировать новую экзопланету, а также получить и исследовать ее спектр.

Пресс-релиз ESO и Обсерватории им. В.М. Кека,  
29 сентября 2010 г.

### Полное солнечное затмение 11 июля 2010 г.

Его можно было наблюдать в экваториальных и тропических широтах Южного полушария. Лучшим местом для наблюдения оказался остров Пасхи (27,1° ю.ш. и 109,3° з.д.), известный благодаря загадочным гигантским статуям.

Поэтому профессиональные и любительские экспедиции провели исследования затмения именно на этом острове.

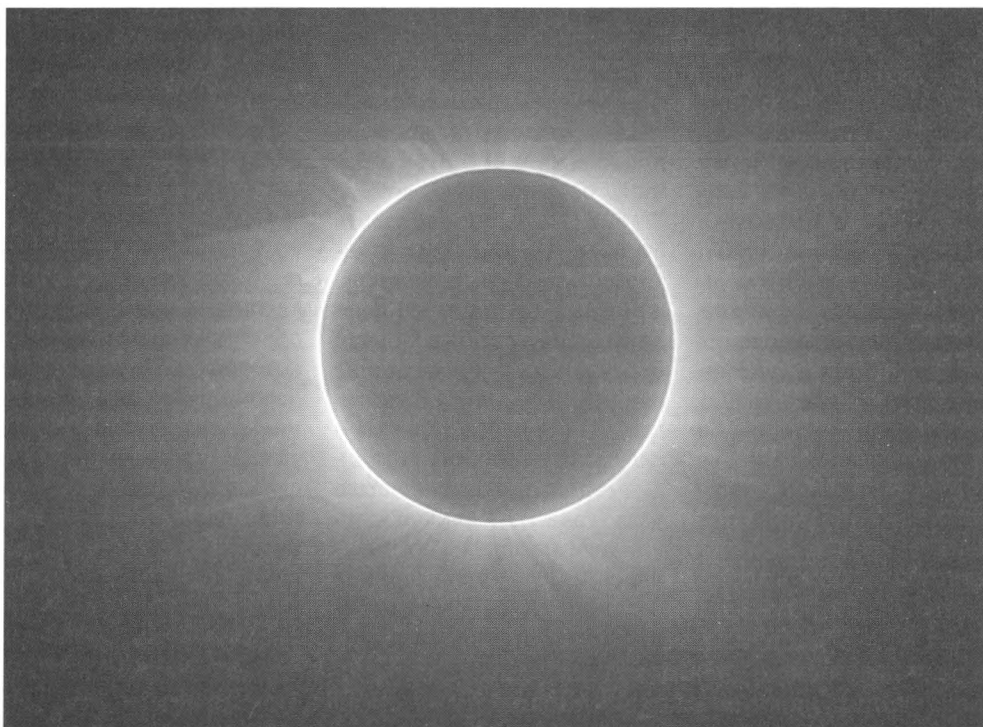
Полная фаза солнечного затмения началась в 18 ч 15 мин по Гринвичу, ее продолжительность составила 2 мин 42 с. Ближайшая к траектории тени суша была расположена на расстоянии 700 км к северо-западу (острова Тонга) или 1800 км к юго-западу (Новая Зеландия).

Жители острова Пасхи привыкли к визитам туристов, но на сей раз – посмотреть редкое небесное явление – приехало особен-

но много гостей из разных стран. Туристы наблюдали затмение в основном на побережье острова с помощью специальных очков и других подручных материалов. Любители и специалисты привезли телескопы, фотокамеры, спектрометры и прочее оборудование.

На многочисленных фотографиях, сделанных во время полного затмения, хорошо видна не только солнечная корона, но и протуберанцы.

По материалам  
Интернет-сайта Астронет,  
июль 2010 г.



Солнечная корона во время полного солнечного затмения 11 июля 2010 г. Снимок сделали фотокамерой "Canon EOS 5D Mark II" и смонтировали из семи цифровых изображений с разными экспозициями А. Маури, Ж.-Л. Доверне (Франция).

**Эволюция кометных орбит**

В издательстве Вологодского государственного педагогического университета вышла монография доктора физико-математических наук *В.П. Томанова* и кандидата физико-математических наук *О.В. Калининцева* “Каталог орбитальной эволюции короткопериодических комет на интервале 5000 лет” (Вологда: ВГПУ, 2010).

Авторы провели численное интегрирование уравнений движения короткопериодических комет (период  $P < 200$  лет), приближающихся к Солнцу за последние 5 тыс. лет (3000 г. до н.э. – 2000 г. н.э.). Расчеты орбит комет выполнены методом интегрирования (с шагом 2 сут) с учетом возмущений от всех планет и некоторых астероидов Главного пояса. В качестве начальных условий интегрирования использовались элементы кометных орбит при последнем появлении кометы по каталогу Б. Марсдена и Дж. Уильямса (2008).

Каталог включает 414 короткопериодических комет (период  $P < 200$  лет). Каж-



дой комете в справочнике отводится одна страница, где представлены:

- имя кометы,
- обозначение кометы в последнем появлении,
- все элементы орбиты.

В качестве примера приводим одну из страниц, посвященную комете P/1997 C1. В таблице шесть строк и 14 колонок, в которых указаны параметры кометных орбит через каждую тысячу лет. В колонках перечислены следующие данные:  $T$  – эпоха перигелия,  $P$  – период в годах,  $\omega$  – аргумент перигелия (град.),  $\Omega$  – долгота восходящего узла (град.),  $i$  – наклон к эклиптике (град.),  $e$  – эксцентриситет,  $q$  – перигелийное расстояние (а.е.),  $Q$  – афелийное расстояние (а.е.),  $n$  – среднее движение (секунды дуги/сут),  $L$  – долгота перигелия (град.),  $B$  – широта перигелия (град.),  $r_A$  – ге-

лиоцентрическое расстояние восходящего узла (а.е.),  $r_D$  – гелиоцентрическое расстояние нисходящего узла (а.е.),  $C$  – постоянная Тиссерана.

На четырех рисунках иллюстрируется характер орбитальной эволюции, где даны графики изменения за 5 тыс. лет некоторых параметров кометной орбиты: афелийного и перигелийного расстояний, наклона к эклиптике ( $i$ ) и среднего суточного движения ( $n$ ).

В результате численного интегрирования определены минимальные расстояния ( $r_{\min}$ ) кометы от больших планет Солнечной системы (параметры тесных сближений указаны во второй таблице). Сближение кометы с планетой называется тесным, если  $r_{\min}$  меньше радиуса сферы действия планеты  $r_{\min} < \rho = R(m_{\text{пл}}/m_{\odot})^{0.4}$ , где  $R$  – гелиоцентрическое расстояние планеты,  $m_{\text{пл}}$  – ее масса,  $m_{\odot}$  – масса Солнца. Сфера действия – область пространства, в которой тяготение планеты доминирует над притяжением всех других небесных тел. В таблице приведены сведения о тесных сближениях: указаны планета, минимальное расстояние ( $r_{\min}$ ) кометы от данной планеты и дата сближения ( $t$ ).

*А.П. ЛЕШУКОВ,*  
доктор педагогических наук

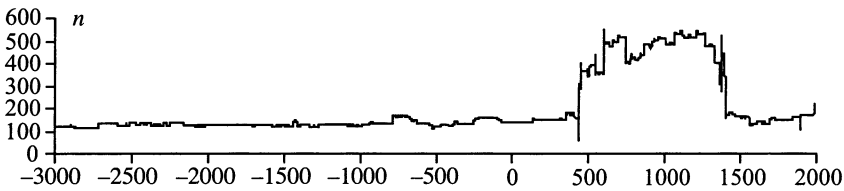
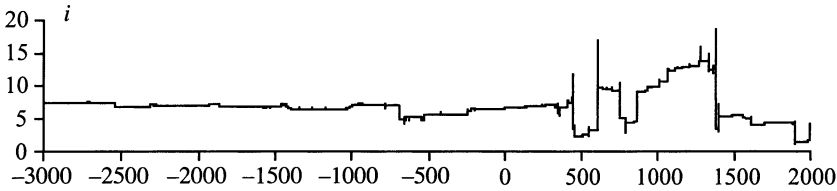
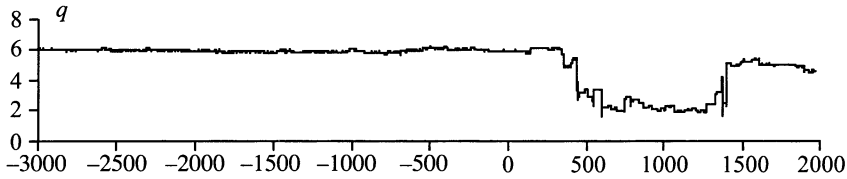
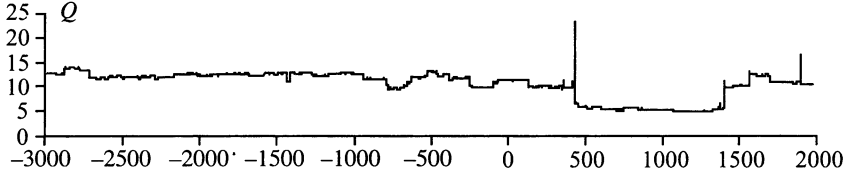


**P/1997 CI Gehrels**

P/1997 CI T= 1996 Jan. 29.2065 q = 3,565219 e = 0,468823 P = 17,4  
 $\omega = 211,3428$   $\Omega = 225,9230$  i = 2,8679

**Орбитальная эволюция**

T	P	$\omega$	$\Omega$	i	e	q	Q	n	L	B	r <sub>A</sub>	r <sub>D</sub>	C
-3000	29,0	145,8	0,3	7,4	0,365	5,997	12,9	122,2	146,3	4,2	11,73	6,29	3,038
-2000	27,6	162,7	334,5	6,8	0,352	5,918	12,3	128,6	137,3	2,0	12,05	5,99	3,032
-1000	28,6	195,7	297,4	6,8	0,361	5,972	12,7	124,3	133,0	-1,8	12,45	6,03	3,039
1	25,0	338,7	189,1	6,6	0,316	5,858	11,3	141,7	167,9	-2,4	5,96	10,92	3,026
1000	7,0	155,7	199,3	10,1	0,433	2,065	5,2	510,1	355,3	4,1	4,89	2,12	2,913
2000	17,4	211,4	225,8	2,9	0,470	3,561	9,9	203,8	77,2	-1,5	8,74	3,74	2,778



**Тесные сближения**

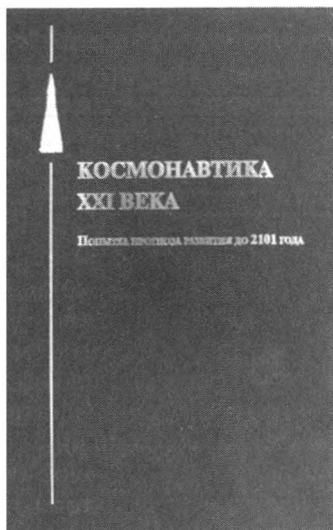
Планета	Дата	r <sub>min</sub>	Планета	Дата	r <sub>min</sub>	Планета	Дата	r <sub>min</sub>
Jup	26 9 1895	0,205	Jup	10 4 545	0,273			
Jup	25 2 1398	0,065	Jup	14 4 449	0,241			
Jup	13 4 1375	0,080	Jup	27 12 437	0,023			
Jup	18 6 1269	0,319	Sat	24 6 1987	0,110			
Jup	2 7 746	0,218	Sat	10 11 348	0,278			
Jup	20 5 604	0,075						

Одна из страниц каталога комет В.П. Томанова и О.В. Калиничевой.

### Прогноз развития космонавтики

19 мая 2010 г. в Мемориальном музее космонавтики прошла презентация книги **“Космонавтика XXI века. Попытка прогноза развития до 2101 года”** (под общей редакцией академика Б.Е. Чертока, научный координатор проекта – профессор Ю.М. Батулин. М.: “РТСофт”, 2010), вышедшей при содействии Федерального космического агентства. В конференц-зале музея собрались специалисты ракетно-космической отрасли, ученые, журналисты, писатели. На вечере, который вел директор музея Ю.М. Соломко, выступили академики Б.Е. Черток и Л.М. Зелёный, член-корреспондент РАН И.В. Бармин, генеральный директор ФГУП ЦНИИМаш доктор технических наук Г.Г. Райкунов, летчики-космонавты Ю.М. Батулин, А.И. Лазуткин, А.А. Серебров.

В январе 2009 г. во время Королёвских чтений академик Б.Е. Черток предложил сделать научно-технический прогноз развития мировой космонавтики на XXI в. К участию в проекте пригласили более 40 авторов, причем не только специалистов в области космонавтики, но и политологов, аспирантов вузов, журналистов, писа-



телей. На страницах книги рассказывается о перспективах развития российской и мировой космонавтики, о ее целях и задачах. Затрагиваются многие аспекты и сценарии космической деятельности в будущем, в том числе виртуальные и фантастические.

В книге шесть частей, предисловие и заключение. В предисловии, названном *“Космическая эра. Прогноз до 2101 года”*, академик Б.Е. Черток излагает свои подходы к составлению научно-технических прогнозов исследования и освоения космоса. Первая часть, *“Подходы и ограничения”*, посвящена методологии сверхдолгосрочного прогноза с учетом геополитических, глобальных экономических и правовых аспектов космонавтики. Во вторую часть, *“Научно-технические контуры космонавтики в XXI веке”*, включены статьи с экспертными оценками ученых перспектив исследо-

вания Солнечной системы и направлений развития пилотируемой космонавтики. В ней затронуты проблемы создания систем борьбы с космическим мусором и предупреждения астероидной опасности, принципиально новых ракетных двигателей, уделено внимание энергетике и космодромам будущего, внеземным поселениям и космическому туризму. В статье третьей части, *“Задачи российской космонавтики и вызовы XXI века”*, приведены нормативные прогнозы развития отечественной гражданской и военной космонавтики, обсуждаются вопросы международного космического права. В четвертую, *“Будущее космонавтики как функция мирового развития”*, включено пять статей на разные темы: “Космическая программа Японии”, “Китай в космосе”, “Прогноз развития мировых отношений в XXI веке”, “Геополитика космоса в XXI веке” и “Глобальные волны технологических нововведений”. Пятая часть, *“Попытка прогноза”*, показывает, какие существуют подходы к обобщению прогнозов: логика, статистика, учет оценок и произошедших событий. Здесь приведена сводная таблица развития космонавтики, составленная на основе экспертных оценок. В шестой, *“Нетрадиционный взгляд на прогнозы”*, использованы материалы академика О.Г. Газенко (1918–2007) по исследованию идей космонавтики в научно-фантастической литературе (от III тысячелетия до н.э. до

1960 г.). В нее вошла также статья об эффективности прогнозов писателей-фантастов, научно-фантастические очерк и повесть. В завершающий раздел книги включены прогноз возмож-

ных вариантов развития космонавтики в XXI в. молодого журналиста П.С. Шарова и сценарий перспектив космической деятельности летчика-космонавта Ю.М. Батурина.

Книга рассчитана на специалистов и всех интересующихся прогнозом развития отечественной и мировой космонавтики.

*С.А. ГЕРАСЮТИН*

---

## *Информация*

---

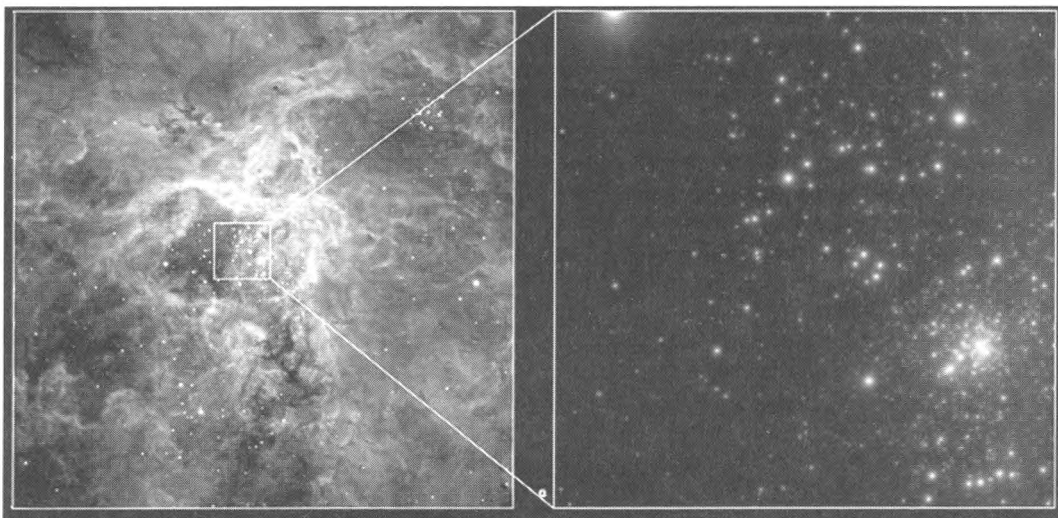
### **Открыта уникальная звезда**

Группе астрономов Европейской Южной Обсерватории (ESO) под руководством Пола Кроутера (Шеффилдский университет) удалось обнаружить с

помощью системы телескопов VLT самую массивную из известных к настоящему времени звезд – R136a1. Ее масса, согласно оценкам, –  $265 M_{\odot}$  (!). Эта звезда расположена в туманности Тарантул, находящейся в Малом Магеллановом Облаке. Как известно, в этой туманности есть скопление молодых массивных и горячих звезд R136a1 (RMC 136; Земля и Вселенная, 2010, № 5, с. 85). Звезда R136a1 име-

ет не только исключительно большую массу, но и светимость, превосходящую светимость Солнца в 8,7 млн раз (!). Звезда R136a1, вероятно, уникальна, и едва ли установленные ею рекорды будут побиты в обозримом будущем (до недавнего времени считали, что звезды столь больших масс вообще существовать не могут...).

Пресс-релиз ESO,  
21 июля 2010 г.



*Туманность Тарантул в Малом Магеллановом Облаке. Во врезке на снимке слева – скопление R136a со множеством молодых массивных и горячих звезд. Справа – расположение звезды R136a1 в скоплении R136a. Снимки сделаны с помощью КТХ и адаптивной оптики 8,2-м телескопов VLT Европейской Южной Обсерватории. 2009–2010 гг. Фото ESO.*

**УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ И ЗАМЕТОК, ОПУБЛИКОВАННЫХ  
В ЖУРНАЛЕ “ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ” В 2010 г.**

Веселовский И.С. Обсерватория солнечной динамики	6	СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ	
Давыдов В.А., Макаров Ю.Н. Космос и фундаментальная наука: состояние и перспективы	2	Бояркина А.П. Космическая пыль на поверхности Земли	3
Емельянов Н.В. Эфемериды – инстру- мент открытий новых небесных тел	5	Захаров В.И. Второй Международный симпозиум “Космос и глобальная безопасность человечества”	6
Клюйков А.А. Современные методы картографирования гравитационно- го поля Земли	5	Малков О.Ю. Генеральная ассамблея МАС в Рио-де-Жанейро	2
Котляков В.М. Соотношение естест- венных и антропогенных причин глобальных изменений климата	5	Маров М.Я., Нефедьев Ю.А., Гусев А.В. Космические исследования Луны и планет	2
Лазарев Е.Н., Родионова Ж.Ф. Карта рельефа полярных областей Луны	4	Мохов И.И. Международная антаркти- ческая школа/конференция на рос- сийской станции Беллинсгаузен	5
Ревнивцев М.Г. “Интеграл” проводит перепись “населения” Галактики	1	Нефедьев Ю.А., Длужневская О.Б., Гу- сев А.В. “Астрономия и всемирное наследие: через время и континен- ты”	2
Сильченко О.К. Космический телескоп им. Э. Хаббла – новая эпоха внега- лактической астрономии (к 20-летию работы КТХ)	6	Одинцова Д.Б. Конференция по проек- ту “Резонанс”	6
Черепашук А.М. Новые формы мате- рии во Вселенной	1	Рыхлова Л.В. “Околосемная астроно- мия – 2009”	2
Черепашук А.М. Оптические ис- следования рентгеновских двой- ных систем и ядер галактик	3	ОБСЕРВАТОРИИ, ИНСТИТУТЫ	
Черных Л.И. О наблюдениях малых планет	1	Жантаев Ж.Ш., Омаров Т.Б., Чечин Л.М. Астрофизическому институту им. В.Г. Фесенкова – 60 лет	4
Финкельштейн А.М., Шор В.А. В по- вестке дня – астероидно-кометная опасность	3	ИЗ НОВОСТЕЙ ЗАРУБЕЖНОЙ КОСМОНАВТИКИ	
Шевченко В.В. Вода сухой Луны	4	Герасютин С.А. Полеты автоматиче- ских межпланетных станций	2
ЛЮДИ НАУКИ		ИСТОРИЯ НАУКИ	
Вдовыкин Г.П., Кропоткин М.П., Мар- кин В.А. Петр Николаевич Кропот- кин (к 100-летию со дня рождения)	3	Глазовский А.Ф. Гляциологические исследования в Российской Арктике осенью 2007 г.	2
Еремеева А.И. Джованни Скиапарелли (к 175-летию со дня рождения)	5	Еремеева А.И. Небо и Homo Sapiens (часть I)	1
Жантаев Ж.Ш., Чечин Л.М. Туцен Бигалиевич Омаров (к 75-летию со дня рождения)	3	Калмыков Н.Н., Куликов Г.В. Вклад С.Н. Вернова в изучение космиче- ских лучей	3
Козенко А.В. Наум Ильич Идельсон (к 125-летию со дня рождения)	6	Смирнов В.А. Музыка и гармония Вселенной (о работах Л. Эйлера и И. Кеплера, связанных с теорией музыки и открытием 390 лет назад “основного уравнения астрономии”)	4
Памяти Виталия Лазаревича Гинзбурга	2		
Памяти Константина Петровича Феок- тистова	2		
Памяти Григория Моисеевича Идлиса	4		

Язев С.А. Уникальное солнечное затмение 22 июля 2009 года: загадки природы и сюрпризы погоды	1	Небесный календарь: ноябрь – декабрь 2010 г.	5
АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ		Небесный календарь: январь – февраль 2011 г.	6
Гомулина Н.Н. Электронные образовательные ресурсы по астрономии нового поколения	4	Щивёв В.И. “АстроФест-2010”	5
Колодкин И.В., Царьков И.С., Чеботарёв П.Н. Школьный астрономический комплекс	2	ПЛАНЕТАРИИ	
Левитан Е.П. Быть или не быть школьной астрономии	1	Авдеенко У.С. Под небом Нижегородского планетария	2
Левитан Е.П. Рождение “дошкольной астрономии”	6	Павлова Н.Н. Барнаульский планетарий	6
ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ		Стамейкина И.А., Мальшакова Н.К. Ярославский планетарий: прошлое, настоящее и будущее	5
Бурнашёв В.И. Об исследовании астроклимата Горного Алтая	6	МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО	
Грачёв А.Ф. Тайна вымирания динозавров	3	Малков О.Ю. Международный год астрономии завершен	4
Гурштейн А.А. Сохраним астрономическое наследие человечества	1	АСТРОНОМИЯ В ИНТЕРНЕТЕ	
Печерский Д.М. Железо из космоса	6	Бартунов О.С., Самодуров В.А. Астрономия и Интернет: история взаимоотношений	1
Печерский Д.М., Гурарий Г.З., Щербатов В.П. Геомагнитное поле и эволюция жизни на Земле	4	ДОСЬЕ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ	
Томанов В.П., Калиничева О.В. Пояс Койпера и долгопериодические кометы	2	Рудницкий Г.М. Новые открытия внесолнечных планет	4
ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ		Черных Л.И. Как присваивают имена малым планетам	3
Александрович Н.Л. Два варианта самодельной дачной обсерватории	4	ХРОНИКА СЕЙСМИЧНОСТИ ЗЕМЛИ	
ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ		Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С., Коломиец М.В. Сейсмическая обстановка летом 2009 года: землетрясения и ядерный взрыв в КНДР	1
Гуреев А.В., Гуреев С.В. Астрономические наблюдения на любительской обсерватории “TWILIGHT”	3	Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С., Коломиец М.В.	
Татарников М.П. Жизнь и работа “Веги”	1	I. Буйство сейсмической стихии в Юго-Восточной Азии (сентябрь–октябрь 2009 г.)	2
Чулков Д.А. Небесный календарь: март – апрель 2010 г.	1	II. Сейсмическая трагедия на Гаити	2
Небесный календарь: май – июнь 2010 г.	2	Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С., Коломиец М.В. Сейсмичность в первом полугодии 2010 г.	6
Небесный календарь: июль – август 2010 г.	3	КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ	
Небесный календарь: сентябрь – октябрь 2010 г.	4	Абалакин В.К. Книга о непредсказуемых небесных движениях	3
		Маркин В.А. Долгая дорога к озеру Восток	5
		Шевченко В.В. Двадцать лет бесплодных усилий	5



## НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

### Астрономия

Атлас Галактики	1
БАК: рекордное столкновение пучков	3
Была ли в прошлом жизнь на Марсе?	2
Взрыв над Индонезией	2
VLT измеряет астероиды	1
Галактика молодой Вселенной	4
Гигантский солнечный протуберанец	2
Гравитационные волны пока не найдены	1
Две взаимодействующие галактики NGC 2623	2
Звезда “съедает” свою планету	5
“Звездная эстафета-2010”	5
Исчез облачный пояс Юпитера	5
Контроль “космического мусора”	2
Космическая “летучая мышь”	4
Много воды на Луне?	3
Найдена погибающая экзопланета	1
Новый удар по Юпитеру	6
Обсерватория “Планк” фотографирует Галактику в микроволновом диапазоне	6
Открыта уникальная звезда	6
Раскрыта загадка “стандартных свечей”	4
Перезахоронение останков Коперника	5
“Планк” выявил пылевые структуры Галактики	4
Погода на Юпитере	4
Полнейшая карта нашей планеты	1
Поздравляем юбиляра	6
Полное солнечное затмение 11 июля 2010 г.	6
Происхождение метана на Марсе	2
Самое удаленное скопление галактик	4
Свежие оползни и обрушения на стенках лунных кратеров	2
Слияние двух черных дыр	3
Солнце в августе – сентябре 2009 г.	1
Солнце в октябре – ноябре 2009 г.	2
Солнце в декабре 2009 г. – январе 2010 г.	3
Солнце в феврале – марте 2010 г.	4
Солнце в апреле – мае 2010 г.	5
Солнце в июне – июле 2010г.	6
“Спитцер”: изучение коричневых карликов	4
Туманность в виде двойки	4
Убегающая звезда	5
Экзопланета, похожая на Землю	1

### Космонавтика

Запуск ИСЗ “Криосат-2”	5
“ИксММ-Ньютон”: десятилетие работы	3
Исследование центра Галактики космическими обсерваториями	3
Капсула “Хаябуса” возвратилась на Землю	6
“Кассини”: кратер Гершель на Мимасе	5
Космическая ИК-обсерватория “WISE”	3
МАКС-2009	1
“Марс-500”: новый этап проекта	5
“Марс Экспресс”: Фобос и Деймос на одном снимке	3
Неполадки на “Вояджере-2”	5
Новый российский модуль МКС	2
Первый испытательный запуск носителя нового поколения “Арес-1”	2
Полет японского “грузовика”	2
Полеты экипажей на МКС с сентября 2009 г. по апрель 2010 г.	3
Последний полет “Атлантика”	5
Реальны ли сигналы из глубин “океана” на Титане?	3
“Розетта”: пролет вблизи астероида Лютеция	6
Скафандр для эксперимента “Марс-500”	3
37-й полет Дискавери	1
38-й полет Дискавери	4
Юбилейный вечер в Мемориальном музее космонавтики	4
Япония запустила к Венере две АМС	6

### Науки о Земле

Бурение ледниковой шапки Эльбруса	6
Внеочередной съезд российских географов	1
Кратерное поле на Огненной Земле	1
Обнаружено холодное течение	5
Температурные рекорды московского июля	5
Экран для замедления таяния ледников	1

### Новые книги

Все о российских философах (П.В. Алексеев. “Философы России XIX–XX столетий: Биографии, Идеи, Труды”	3
Доступно о Солнце (С.А. Язев. “Родная звезда. Повесть о Солнце”)	4

“На крыльях в космос” (В.П. Лукашевич, И.Б. Афанасьев. “Космические крылья”)	4	Эволюция кометных орбит (В.П. Тома- манов, О.В. Калиничева. “Каталог орбитальной эволюции короткопе- риодических комет на интервале 5000 лет”)	6
История ракетостроения (“Средства выведения космических аппаратов”. Сборник статей)	5	Указатель статей и заметок, опублико- ванных в журнале “Земля и Вселен- ная” в 2010 г.	6
Прогноз развития космонавтики (“Кос- монавтика XXI века. Попытка про- гноза развития до 2101 года”)	6		
Путешественники и мореплаватели Рос-			

---

## *Информация*

---

### **Обсерватория “Планк” фотографирует Галак- тику в микроволновом диапазоне**

В июне 2010 г. опубликована карта участка небесной сферы в районе Млечного Пути, построенная по данным микроволнового излучения – результат года наблюдений в данном диапазоне (30–857 ГГц) европейской космической об-

серваторией “Планк” (Земля и Вселенная, 2009, № 5, с. 43–45). Карта собрана из тысяч изображений в условных цветах. На карте заметны яркие волокна газопылевых облаков в плоскости Галактики (яркая полоса посередине изображения), излучающие в микроволновом спектре (см. стр. 2 обложки). Сверху и снизу – космическое фоновое микроволновое (реликтовое) излучение в виде пятнистых областей. Космический микроволновый фон запечатлен в виде гранулированной структуры. Интересно, что светящиеся структуры нашей Галактики находятся

всего в сотнях и тысячах световых лет от нас, тогда как реликтовое излучение приходит к нам с расстояния около 13,7 млрд св. лет. Его флуктуации, возникшие через 380 тыс. лет после Большого взрыва, отражают структуру современной развивающейся Вселенной. Анализ данных займет примерно два года, и к концу 2012 г. ученые должны выяснить более точные характеристики реликтового излучения на всей небесной сфере и уточнить наши знания о строении Млечного Пути.

Пресс-релиз NASA/ESA,  
7 июня 2010 г.

Ф.СП-1	<b>АБОНЕМЕНТ</b>		70336 (индекс издания)								
	на газету на журнал										
<b>Земля и Вселенная</b> (наименование издания)		Количество комплектов									
на ___ год по месяцам:											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Куда											
(почтовый индекс)		(адрес)									
Кому											
(фамилия, инициалы)											
-----											
						ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА					
						70336 (индекс издания)					
ПВ		место		литер		на газету на журнал					
						<b>Земля и Вселенная</b> (наименование издания)					
Стоимость		подписки пере-адресовки		___ руб. ___ коп.		Количество комплектов					
				___ руб. ___ коп.							
на ___ год по месяцам:											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Куда											
(почтовый индекс)		(адрес)									
Кому											
(фамилия, инициалы)											

Заведующая редакцией Г.В. Матророва  
Зав. отделом космонавтики 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 03.08.2010. Подписано в печать 28.10.2010. Формат бумаги 70 × 100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>,  
Офсетная печать. Уч.-изд.л. 12,2 Усл. печ.л. 9,1 Усл.кр.-отт. 3,8 тыс. Бум.л. 3,5

Тираж 401 Зак. 710

Учредители: Российская академия наук, Президиум  
Издатель: Российская академия наук. Издательство «Наука»,  
117997 Москва, Профсоюзная ул., 90  
Адрес редакции: 119991, Москва, Марононский пер., 26

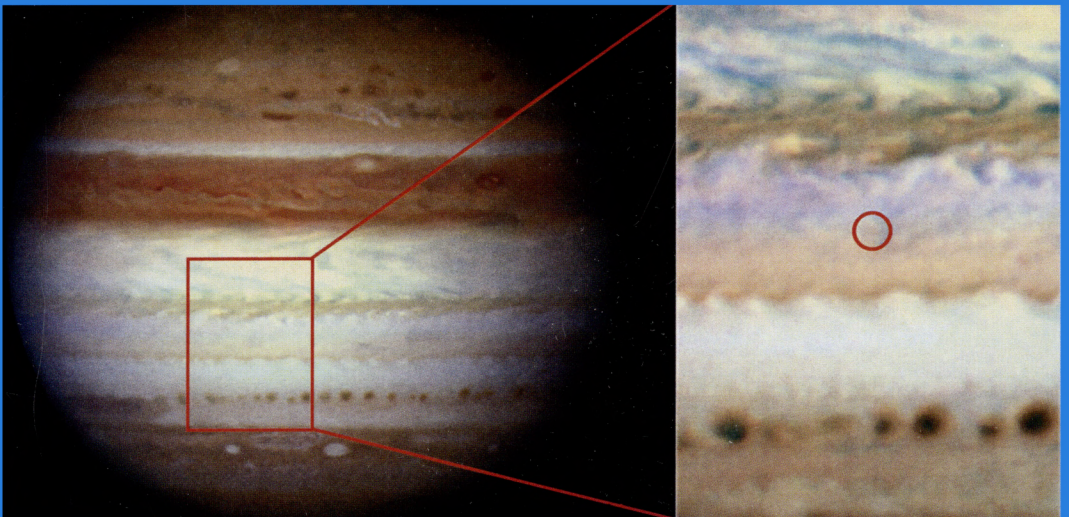
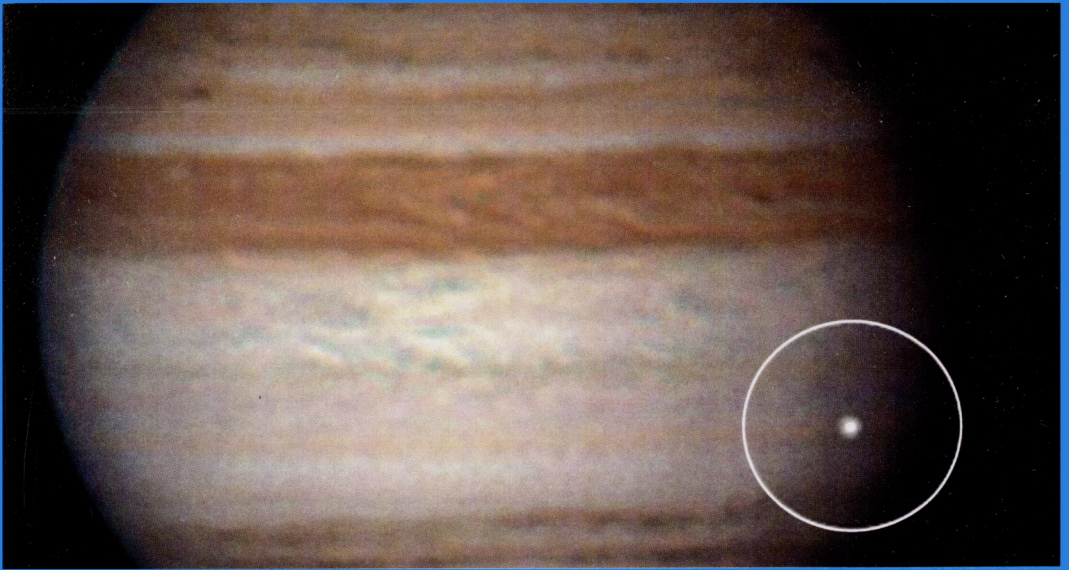
Телефоны: (факс) (499) 238-42-32, 238-29-66

E-mail: zevs@naukaran.ru

Оригинал-макет подготовлен АИЦ «Наука» РАН

Отпечатано в ППП «Типография «Наука»,  
121099 Москва, Шубинский пер., 6

*Новое падение астероида на Юпитер*







"НАУКА"  
Индекс 70336