

ISSN 0044-3948

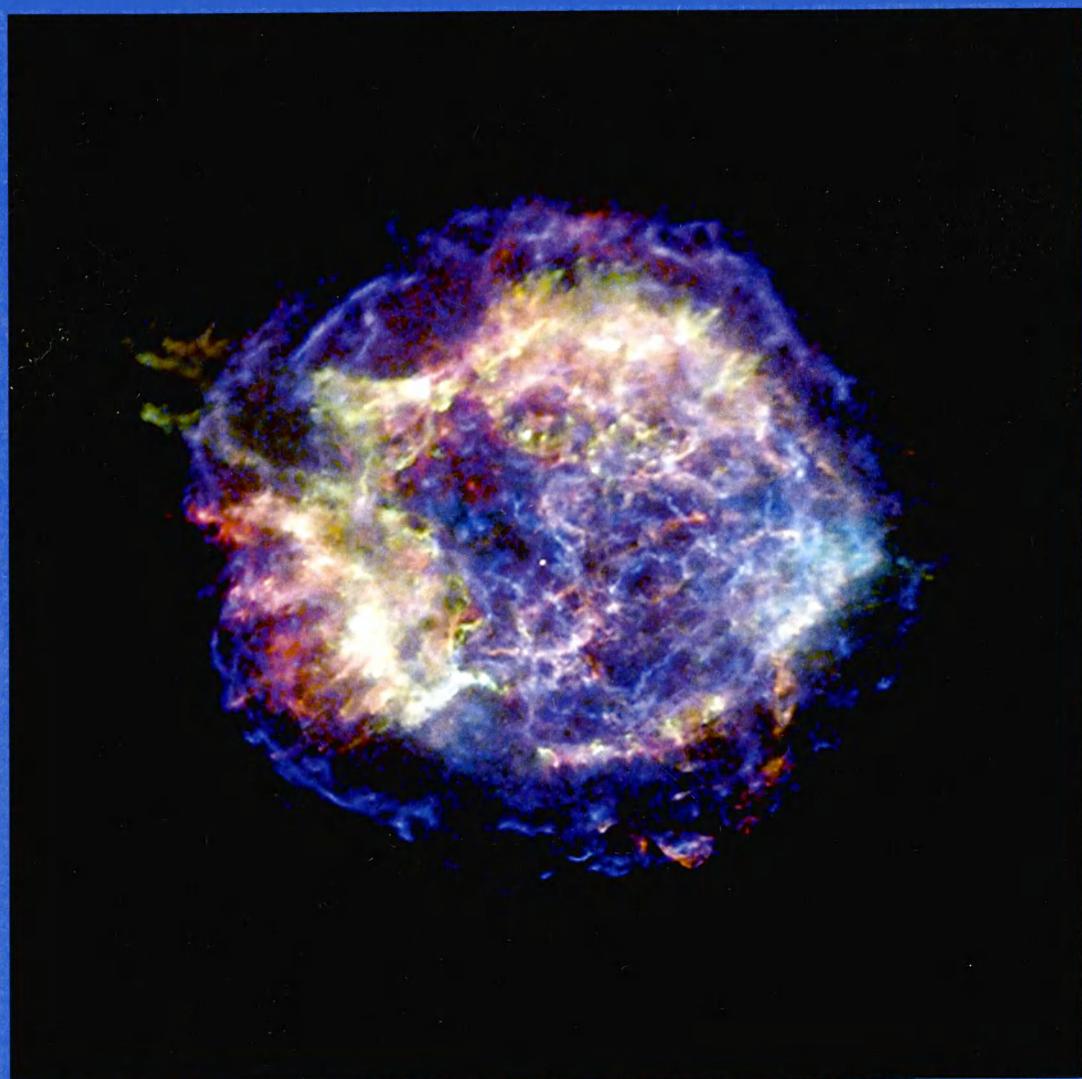
# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

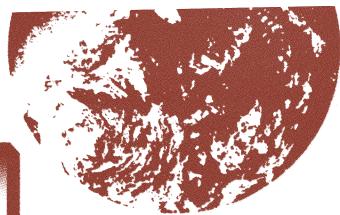
АСТРОНОМИЯ  
КОСМОНАВТИКА  
ГЕОФИЗИКА

МАЙ—ИЮНЬ

3/2009







# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

3/2009

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

## Новости науки и другая информация:

Самая маленькая экзопланета [16]; Солнце в декабре 2008 г. – январе 2009 г. [17]; Кассиопея А: новое изображение [19]; Фотография планетарной туманности NGC 2818 [19]; NGC 346 – одна из областей звездообразования [19]; Международная научная премия – академику Р.А. Сюняеву [25]; 105-суточный эксперимент “Марс-500” [26]; Сдвиги границ сезонов над материками и океанами [44]; Найдены бактерии на Марсе? [66]; Кольцеобразное солнечное затмение 26 января 2009 г. [105]; Свет в конце тоннеля? [111]

**Новые книги:** Все тайны Солнца в одной книге (Д. Уайтхаус. Биография Солнца) [84]

## В номере:

- 3 КОТОВ Ю.Д. Солнечный спутниковый проект “Коронас-Фотон”

## ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ – МЕДИЦИНЕ

- 20 ГРИГОРЬЕВ А.И., МАКОСКО А.А. Об исследованиях влияния изменений погоды и климата на здоровье человека в программе Президиума РАН “Фундаментальные науки – медицине”
- 27 ГОЛИЦЫН Г.С., ГРАНБЕРГ И.Г., ЕФИМЕНКО Н.П., ПОВОЛОЦКАЯ Н.П. Атмосфера и здоровье
- 37 РЕВИЧ Б.А. Чем грозит нашему здоровью изменение климата
- 45 ГИНЗБУРГ А.С., ВИНОГРАДОВА А.А. Изменение климата, загрязнение атмосферы и здоровье населения
- 53 БРЕУС Т.К. Влияние “космической погоды” на биологические объекты

## ЛЮДИ НАУКИ

- 62 КОЗЕНКО А.В. Михаил Сергеевич Молоденский (к 100-летию со дня рождения)
- 67 МАРКИН В.А. Александр Евгеньевич Ферсман

## СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 77 САЗОНОВ С.Ю. “Астрофизика высоких энергий – 2008”
- 85 БАРЫШЕВ Ю.В., ТАГАНОВ И.Н., ИДЛИС Г.М., ЗЕМЦОВ А.Н. Проблемы практической космологии

## ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 93 ЧУЛКОВ Д.А. Небесный календарь: июль–август 2009 г.
- 99 КРЯЧКО Т.В. Обзор российского рынка любительских телескопов

## ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

- 106 КОСТИНА Ю.В. Реконструкция Мемориального музея космонавтики



© Российская академия наук  
© Редколлегия журнала  
“Земля и Вселенная” (составитель), 2009 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 Editor V.K. Abalakin; Deputies Editors V.M. Kotlyakov, E.P. Levitan

**На стр. 1 обложки:** Российский научный ИСЗ "Коронас-Фотон" в Монтажно-испытательном корпусе космодрома Плесецк. Январь 2009 г. Фото Роскосмос (к статье Ю.Д. Котова).

**На стр. 2 обложки:** Остаток сверхновой Кассиопея А, удаленной от нас более чем на 11 тыс. св. лет. В январе 2009 г. создано изображение на основе фотографий, сделанных в 2000, 2002, 2004 и 2007 гг. космической обсерваторией "Чандра". Фото NASA (к стр. 19).

**На стр. 3 обложки:** вверху – планетарная туманность NGC 2818 и связанная с ней группа звезд скопления NGC 2818A в созвездии Компаса. Цвета условные: красный – азот, зеленый – водород, синий – кислород. Снимок сделан в ноябре 2008 г. с помощью КТХ. Фото NASA (к стр. 19); внизу – звездное скопление NGC 346 в Малом Магеллановом Облаке. Цвета условные: красный – пыль, зеленый – горячий газ, бело-голубой – молодые звезды. Изображение синтезированное, получено телескопом NTT Европейской Южной Обсерватории, космическими обсерваториями "Спитцер" и "ХММ-Ньютон". 2008 г. Фото NASA (к стр. 19).

**На рис. 4 обложки:** вверху – минерал астрофиллит (титаносодержащий ленточный силикат), характерный для щелочных пород, найден в тундрах Хибин; внизу – минерал ферсманиит (титанониобиевый силикат), названный в честь А.Е. Ферсмана, распространен в Хибинах. Фото из архива Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана РАН (к статье В.А. Маркина).

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

3 KOTOV Yu.D. Sun Satellite Project "Koronas-Foton"

#### **FUNDAMENTAL SCIENCES FOR MEDICINE**

20 GRIGORYEV A.I., MACOSCO A.A. Analysis of Influence of Changes in Weather and Climate Upon the Man's Health in Programme "Fundamental Sciences For Medicine" of Russian Academy of Sciences' Presidium

27 GOLITZYN G.S., GRANBERG I.G., EFIMENCO N.P., POVOLOTZKAYA N.P. Atmosphere and Health

37 REVITCH B.A. How Changes of Climate Threaten Our Health

45 GINSBURG A.S., VINOGRADOVA A.A. Changes of Climate, Pollution of Atmosphere and Health of Population

53 BREUS T.K. Influence of "Cosmic Weather" Upon Biological Objects

#### **PEOPLE OF SCIENCE**

62 KOZENCO A.V. Mikhael Sergeevitch Molodenskij (to the 100<sup>th</sup> Birthday)

67 MARKIN V.A. Alexander Evgenyevitch Fersman

#### **SIMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES**

77 SAZONOV S.Yu. "High Energy Astrophysics – 2008"

85 BARYSHEV Yu.V., TAGANOV I.N., IDLIS G.M., ZEMTZOV A.N. Problems of Practical Cosmology

#### **AMATEUR ASTRONOMY**

93 CHOULKOV D.A. Celestial Calendar: July–August 2009

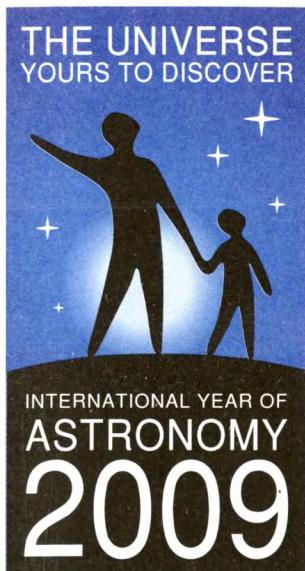
99 KRYACHKO T.V. Review of Russian Market of Amateur Telescopes

#### **EXHIBITIONS AND MUSEUMS**

106 KOSTINA Yu.V. Reconstruction of Memorial Museum of Cosmonautics

#### **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. ЧЕРЕПАШУК,  
доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО



## Солнечный спутниковый проект “Коронас-Фотон”

Ю.Д. КОТОВ,  
кандидат физико-математических наук,  
директор Института астрофизики МИФИ,  
научный руководитель проекта “Коронас-Фотон”

*30 января 2009 г. с космодрома Плесецк с помощью РН “Циклон-3” стартовал российский научный ИСЗ “Коронас-Фотон” (см. стр. 1 обложки). Это третий специализированный спутник для изучения Солнца и солнечной вспышечной активности в рамках научной*



*программы “КОРОНАС”; ранее запущены “Коронас-И” (2 марта 1994 г.) и “Коронас-Ф” (31 июля 2001 г.). “Коронас-Фотон” работает на почти круговой околоземной орбите высотой 539 × 562 км, наклоном 82.48° и периодом обращения 95.67 мин.*

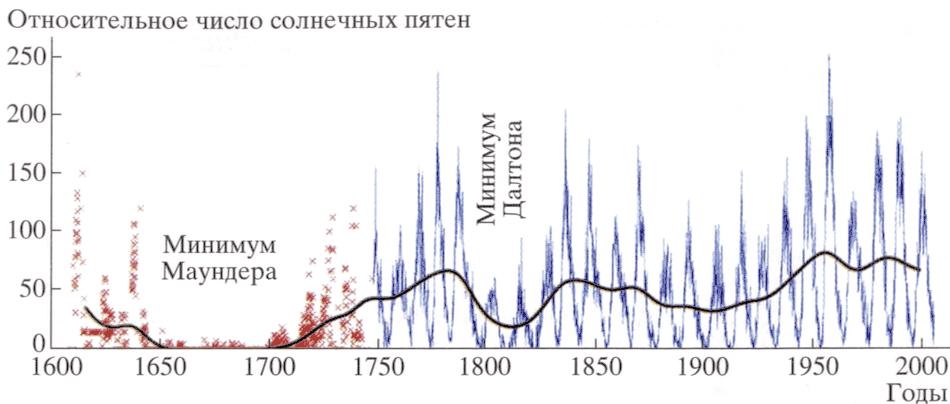
### АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ СОЛНЦА

В настоящее время не только специалисты в области физики Солнца, климатологи и исследователи во многих смежных областях, но и большинство населения нашей планеты осознали влияние солнечной активности на многие процессы, идущие на Земле, непосредственно определяющие условия жизни и состояние

здоровья людей. Пример проблемы, выходящей на первый план для всего человечества, – возможное потепление климата в долговременной перспективе (в масштабах столетий и тысячелетий) и краткосрочном прогнозе (в течение десятилетий). Статистически достоверно установлена многими метеорологическими, палеонтологическими, гляциологическими и иными измерениями тенденция к

потеплению, проявляющаяся с начала 1900-х гг. В частности, согласно докладу Межправительственной группы экспертов по изменению климата глобальная средняя приземная температура в Северном полушарии в 1980–2007 гг. возросла на 0.5°C, а столетний тренд по всему земному шару за период 1906–2005 гг. составил 0.74°C.

Подавляющая часть энергии приходит на Землю от Солнца в оптиче-



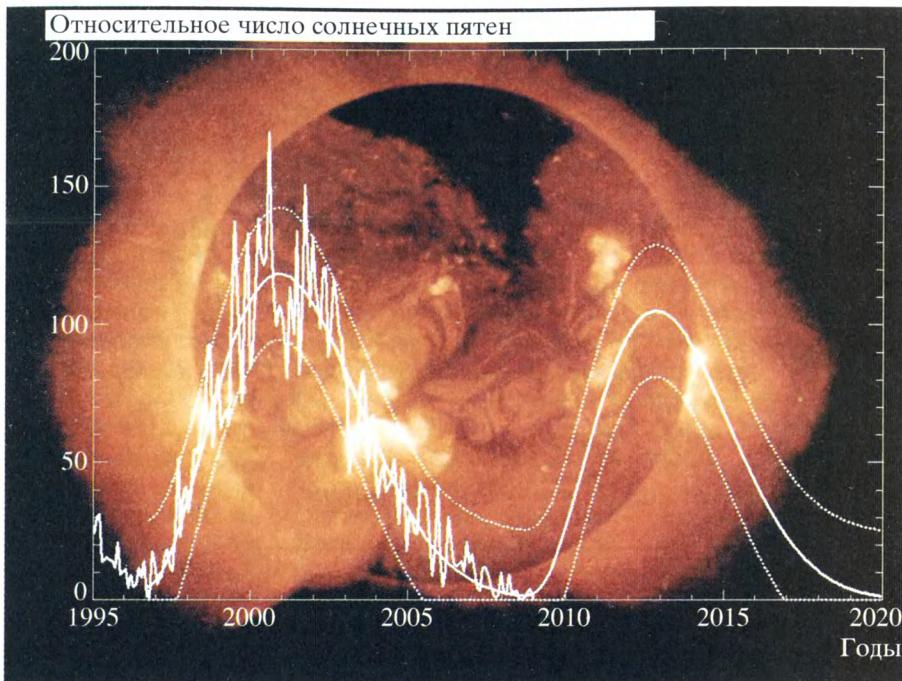
ском диапазоне, причем его светимость — постоянная величина (с точностью 0.1%). Из-за наклона оси вращения Земли к плоскости орбиты и ее эллиптичности солнечный поток меняется, приводя к сезонному изменению температуры на земной поверхности. Сезонные изменения потока падающего излучения сотни лет стабильны и предсказуемы. Другая, существенно менее определенная, причина вариации излучения Солнца — *солнечная активность*, связанная с магнитогидродинамическими процессами в атмосфере нашего светила и, как известно, циклично изменяющаяся каждые 11 лет. На первый взгляд полная светимость Солнца и, следовательно, температура земной поверхности должны уменьшаться с ростом числа пятен на нем. Однако ситуация оказывается обратной: в текущую эпоху солнечный поток на орбите Земли в максимуме активности превышает (по сравнению с минимумом) его величину примерно на 1.3 Вт/м<sup>2</sup>, что составляет только 0.1% его средней

величины (1366 Вт/м<sup>2</sup>). Увеличение потока в максимуме активности связано с появлением вокруг пятен областей активности с высокой яркостью.

Уровень солнечной активности в течение последних 70 лет уникален. Не исключено, что в настоящее время активность Солнца (в 11-летних циклах) находится в некой критической точке и возможно, например, снижение солнечной активности уже в наступившем 24-м и в других ближайших циклах. По одним прогнозам, солнечная активность в максимуме 24-го цикла достигнет значения  $W = 140$  ( $W$  — число Вольфа) в октябре 2011 г., а по другим — в августе 2012 г. ( $W = 90$ ). Средневзвешенное значение предсказанной величины чисел Вольфа в максимуме составляет  $115 \pm 40$  (апрель 2011 г.  $\pm 1.5$  года). Коллективный прогноз был дан еще в марте 2007 г., однако уже сейчас видно, что он не вполне оправдывается. Спокойное (без вспышек) состояние Солнца настолько затянулось, что это даже привело некото-

*Солнечная активность за последние 400 лет. Красные точки — эпизодические наблюдения, голубая линия — данные систематических наблюдений, черная линия — сглаженная зависимость солнечной активности от времени.*

рых ученых к гипотезе о грозящем новом “минимуме Маундера” (когда число пятен в максимуме циклов длительное время не поднималось выше 10), сопровождающемся значительным глобальном похолоданием. Наметившийся в конце марта 2008 г. рост числа пятен последующего развития не получил. Сделанный в январе 2009 г. прогноз положения максимума 24-го цикла уже соответствует максимуму в 2013 г. Последняя из активных областей, появившихся 12 февраля 2009 г., соответствует еще 23-му циклу, хотя первое солнечное пятно нового, 24-го, солнечного цикла, отождествленное по полярности магнитных силовых линий, появилось значительно раньше. В марте 2006 г. предсказывалось, что мак-



*Солнечная активность в недавно завершившемся 23-м цикле (1995–2008) и прогноз на 24-й цикл (сплошная кривая – один из прогнозов, пунктирные линии – ожидаемая неопределенность прогноза).*

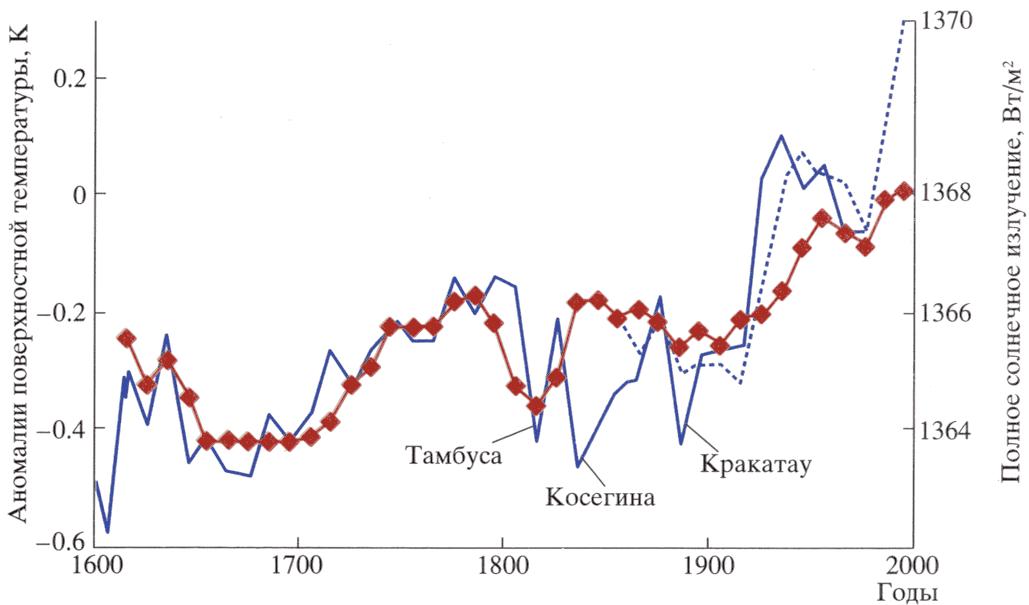
симум активности будет достигнут в период между 2010 г. и 2011 г. Приведенная неопределенность прогноза показывает серьезную недостаточность наших знаний о механизмах, определяющих поведение солнечной активности. Детальное исследование солнечной активности во время 24-го цикла в различных энергетических диапазонах и сопоставление наблюдательных данных со столь различными теоретическими предсказаниями позволит суще-

ственно продвинуться в понимании этого явления.

Несмотря на малое изменение полного потока солнечного излучения в зависимости от степени активности Солнца, многие ученые отмечают корреляцию между солнечной активностью и температурой земной поверхности, а значит и климатом. В малый ледниковый период замечено синхронное снижение как числа солнечных пятен, так и температуры в период “минимума Маундера” (1645–1725). Другим примером корреляции служит ближайший к нам по времени “минимум Далтона”, произошедший в 1790–1820 гг. В указанные годы в двух соседних максимумах (1805 г. и 1816 г.) отмечены очень низкие значения чисел Вольфа ( $W = 47.5$  и  $45.8$  соответственно). Средняя темпе-

ратура в Северной Европе в это время понизилась, максимальное понижение на  $2^{\circ}\text{C}$  за 20 лет зафиксировано метеостанцией в Германии.

Солнечная активность приводит и к другим эффектам, которые в том или ином виде “запоминаются” природными процессами. В частности, вариация солнечной активности вызывает модуляцию галактических космических лучей, достигающих орбиты Земли. Эти лучи, состоящие в основном из протонов со средней энергией несколько ГэВ, взаимодействуют с ядрами газов земной атмосферы, образуя различные радиоактивные и стабильные изотопы, в том числе  $^{14}\text{C}$  ( $T_{1/2} = 5730$  лет) и  $^{10}\text{Be}$  ( $T_{1/2} = 1.6 \times 10^6$  лет). Изотоп  $^{10}\text{Be}$  после образова-



чески не участвует в обменных процессах и быстро (в течение года) вымывается с осадками. Образовавшийся изотоп  $^{14}\text{C}$  окисляется в  $^{14}\text{CO}_2$ , участвует в обменном углеродном цикле в системе атмосфера–океан. Затем они сохраняются в ряде естественных “архивов” (кольца деревьев, слои льда, ленточные глины, кораллы). Сведения о вариациях солнечной активности на больших промежутках времени получены при измерении концентраций указанных изотопов, а об изменении климата – главным образом по соотношению содержания стабильных изотопов (например, по отношению концентраций  $^{18}\text{O}$  к  $^{16}\text{O}$ ). Обнаружено, что за последние 8 тыс. лет было 18 интервалов с малой солнечной активностью.

Изменение величины падающей солнечной радиации на 0.1% в зависи-

мости от фазы 11-летней солнечной активности указывает на то, что учет лишь эффекта прямого теплового нагрева не может объяснить наблюдаемых вариаций температуры у поверхности Земли. Многочисленные аргументы говорят о климатических изменениях, обусловленных совокупностью прямого и опосредованного воздействия составляющих солнечного излучения на атмосферу, гидросферу, литосферу, ионосферу, магнитосферу. Эти воздействия могут провоцировать процессы, оказывающие, в свою очередь, влияние на погоду и климат.

Ультрафиолетовое излучение воздействует на верхние слои атмосферы, приводя, в частности, к возрастанию концентрации озонового слоя, влияя тем самым на нагрев стратосферы, формируя стратосферные и тропосфер-

*Изменение температуры Земли за последние 400 лет (реконструированное значение – сплошная голубая кривая, прямые инструментальные измерения – голубая пунктирная; величина солнечного потока – красные ромбики). Указано влияние мощных извержений вулканов, выбросы газов и пыли которых на большие высоты меняют планетарный радиационный баланс в атмосфере Земли.*

ные ветры. От уровня активности Солнца в ультрафиолетовом диапазоне зависит распределение плотности самых верхних слоев атмосферы, которая, в частности, влияет на скорость торможения космических аппаратов, работающих на околоземных орбитах. Модуляция потока космических лучей солнечной активностью приводит к вариации облачного покрова, поскольку на образование обла-

ков влияет ионизация среды заряженными частицами. Образование облаков изменяет альбедо Земли на несколько процентов, приводя к изменению радиационного баланса атмосферы, поверхности суши и морской поверхности.

Следует признать, что до сих пор точно не установлена основная причина указанной тенденции изменения климата в последние десятилетия. Специалисты рассматривают две причины: во-первых, изменение средневековой величины излучения Солнца и, во-вторых, антропогенная – изменение радиационного баланса атмосферы из-за парникового эффекта, возникающего в результате промышленной и сельскохозяйственной деятельности человека в индустриальную и постиндустриальную эпохи. От однозначного понимания вклада каждого из этих факторов напрямую зависит принятие политических, экономических и технических мер глобального характера. Определение оптимального соотношения в ближайшем будущем между различными способами получения энергии также зависит от этого понимания. Сохраняется опасность эпизодического возникновения **мощных** (как в марте 1989 г. и в октябре–ноябре 2003 г.) и **сверхмощных вспышек** (подобных легендарному событию, произошедшему 28 августа – 4 сентября 1859 г., описанному Р. Кэррингтоном и Р. Ходжсоном. Тогда в течение нескольких часов спонтанно

происходили короткие замыкания в телеграфных проводах и в электролиниях, вызвавшие ряд пожаров в США и Европе). В мае 1921 г. мощность геомагнитного шторма была столь высока, что, случись подобная мощная вспышка сейчас, только в США вышедшие из строя электротехнические сети и оборудование затронули бы 130 млн. человек. К счастью, такие явления редки, в среднем четыре за солнечный цикл. В настоящее время ущерб от них может носить глобальный характер из-за колоссального развития инженерных трубопроводных, электрических и коммутационных линий, не говоря уже о спутниковых космических системах, уязвимых к воздействию магнитных бурь. Поэтому улучшение методики краткосрочного и среднесрочного прогнозирования подобных событий – важнейшая прикладная цель исследований солнечной активности.

При исследовании временных и спектральных характеристик всего Солнца, в частности во время вспышечной и предвспышечной активности, решаются следующие основные задачи:

– изучение деталей процессов, приводящих к возникновению солнечных вспышек, которые определяют их периодичность и интенсивность, и на основании этого улучшение моделей краткосрочного и долгосрочного прогноза солнечной активности;

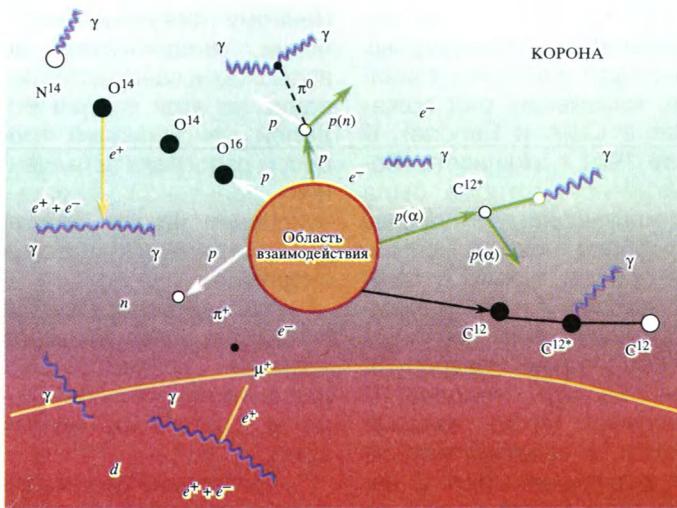
– получение сведений по типу, энергиям и вре-

менному поведению излучений, генерируемых во вспышках и совершенствование на этой основе моделей, описывающих процессы разогрева вспышечной солнечной плазмы, ускорения частиц вплоть до ультррелятивистских энергий;

– получение с высокой точностью усредненных по времени систематических данных об излучении Солнца в различных длинах волн;

– построение прогностических моделей поведения солнечной активности и их верификация для использования в различных отраслях деятельности: от выбора оптимального времени пребывания отдыхающих на курорте до определения сроков запуска пилотируемых космических кораблей и проведения работ космонавтами за пределами защищенной от радиации жилой зоны станции.

Солнечная активность проявляется в различных магнитогидродинамических процессах, приводящих, в частности, к возникновению на поверхности Солнца магнитных структур сложной формы. При спорадически возникшем перестроении этих структур избыточная энергия магнитного поля преобразуется в другие формы энергии (Земля и Вселенная, 2005, № 2), приводя в том числе к выбросам вещества, нагреву плазмы до высоких температур и ускорению электронов, протонов и ионов вовлеченного в процесс вещества. Ускоренные частицы, распростра-



Электромагнитные и ядерные процессы в короне и фотосфере Солнца, приводящие к генерации электромагнитного излучения во время вспышек.

миллионов градусов, спектр излучения которой близок к чернотельному;

- жесткое рентгеновское и мягкое гамма-излучение (20–300 кэВ) образуется в результате тормозного излучения ускоренных электронов;

- гамма-излучение (300 кэВ – 8 МэВ) состоит из двух компонент – непрерывного спектра от тормозного излучения электронов и совокупности ядерного квази-монохроматического излучения (ядерных линий) различной ширины. Основным механизмом образования линий – переход возбужденных при столкновении ядер в основное состояние. В этот же диапазон попадают две линии высокой интенсивности: линия 0.511 МэВ от аннигиляции позитронов и линия 2.22 МэВ от захвата медленных нейтронов протонами;

- в диапазоне 8–40 МэВ излучение создается тормозным излучением высокоэнергичных электронов, спектр не имеет особенностей и описывается гладкой степенной или экспоненциальной функцией;

Спектр электромагнитного излучения мощной солнечной вспышки длительностью 100 с ( $T$  – температура плазмы во вспышечной области,  $EM$  – мера эмиссии).

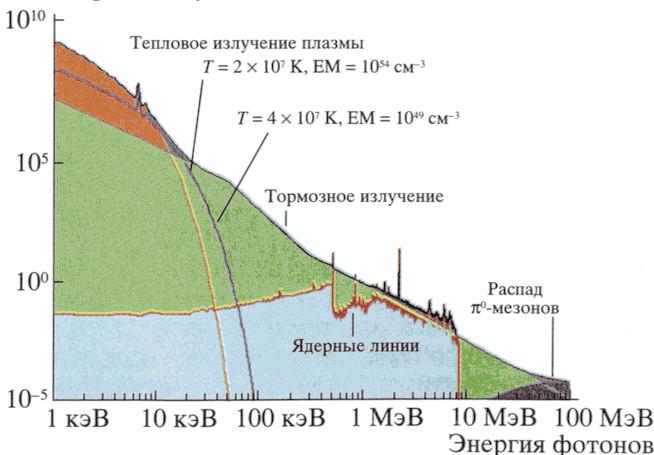
няясь в намагниченном веществе солнечной атмосферы, сталкиваются с ядрами окружающего вещества, образуя гамма-кванты и вторичные частицы (нейтроны, позитроны, пионы), а также возбужденные и радиоактивные ядра. Эти ядра, распадаясь и/или переходя в основное состояние, порождают электромагнитное излучение. Во время мощных вспышек в атмосфере

Солнца возникают разнообразные сильные электромагнитные процессы взаимодействия ускоренных протонов и ядер.

В интервале от 1 кэВ до нескольких ГэВ спектр электромагнитного излучения можно разбить на следующие диапазоны:

- тепловое рентгеновское излучение (1–20 кэВ) возникает за счет теплового излучения плазмы, нагретой до нескольких

Поток фотонов у Земли,  $\text{кэВ}^{-1} \times \text{см}^{-2}$



– при энергиях выше 40 МэВ существенным может быть вклад гамма-квантов от распада  $\pi$ -мезонов (максимум приходится на энергию около 70 МэВ).

Излучение в интервале от ультрафиолета (несколько эВ) до нескольких тысяч МэВ взаимодействует в верхних слоях атмосферы Земли, поэтому для его регистрации требуется проведение внеатмосферных наблюдений (мониторинга) во всех диапазонах электромагнитного спектра, начиная от ближнего ультрафиолета и кончая самыми высокими энергиями (вплоть до десятков ГэВ, а возможно, и выше).

#### ПРОЕКТ “КОРОНАС-ФОТОН” И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Внеатмосферные исследования по физике солнечных вспышек и солнечно-земных связей в России осуществляются с помощью специализированных спутников в рамках программы “КОРОНАС” (Комплексные Орбитальные Околосолнечные Наблюдения Активности Солнца), являющейся частью Федеральной космической программы. “Коронас-Фотон” – третий научный спутник этой серии. Ему предшествовали “Коронас-И” (1994–2001 гг.) и “Коронас-Ф” (2001–2005 гг.). ИСЗ “Коронас-Ф” успешно работал на орбите до 6 декабря 2005 г., получив за это время большой объем научных данных, существенно превышающий объем информации о солнечной ак-

тивности, накопленный за всю историю отечественной космонавтики (Земля и Вселенная, 2002, № 6; 2006, № 6).

В 1997 г. для реализации проекта “Коронас-Фотон” в структуре МИФИ был создан **Институт астрофизики**, но финансирование проекта оставалось весьма скудным, и работы по нему активизировались только в 2000 г. Разработкой космического аппарата занималось Федеральное государственное унитарное предприятие “Научно-производственное предприятие Всероссийский научно-исследовательский институт электромеханики им. А.Г. Иосифьяна”, бортовые системы созданы в Научно-исследовательском институте электромеханики (г. Истра), головная организация по комплексу научной аппаратуры – МИФИ. Приборы разработали ученые России, Индии, Польши и Украины. Масса космического аппарата “Коронас-Фотон” – 1900 кг, включая массу научных приборов – 540 кг, длина – 2.1 м и диаметр – 1.2 м. Он оснащен двумя панелями солнечных батарей с полным размахом 11.5 м, вырабатывающих 2 кВт электроэнергии. У этого КА высокая точность одноосной ориентации: в направлении продольной оси на Солнце – лучше 5', нестабильность положения поперечных осей – не более 0.005 град/с. Местоположение КА на орбите определяется с точностью  $\pm 0.5$  км по высоте и  $\pm 1$  км вдоль орбиты. Разрабо-

танная специалистами ИКИ РАН электронная система запоминает научную информацию объемом 8.2 Гбит в сутки, за один сеанс на Землю передается 2 Гбит данных. Срок активного существования КА – не менее трех лет.

Аппаратура ИСЗ “Коронас-Фотон” отличается от приборов предыдущих спутников данной серии более широким энергетическим диапазоном, особенно в области высоких энергий, лучшей чувствительностью, энергетическим и угловым разрешением, обладает на порядок большей информативностью, что принципиально важно при исследовании быстрых динамических процессов.

Задачи проекта “Коронас-Фотон” – определить, как накапливается энергия и каким образом она трансформируется в энергию ускоренных частиц во время солнечных вспышек, исследовать механизмы ускорения, распространения и взаимодействия энергичных частиц в атмосфере Солнца, установить корреляцию солнечной активности с физико-химическими процессами в верхней атмосфере Земли. Научные приборы осуществляют непрерывные измерения в режиме мониторинга следующих исходных параметров и величин электромагнитного и ядерного излучений:

– регистрация спектров жесткого электромагнитного излучения в широком энергетическом диапазоне от 20 кэВ до 2 тыс. МэВ с высоким временным и

амплитудным разрешением и подробным исследованием гамма-линий;

– построение изображений диска Солнца с высоким угловым и временным разрешением в рентгеновских линиях;

– измерение линейной поляризации рентгеновского излучения солнечных вспышек;

– регистрация нейтронов солнечного происхождения;

– мониторинг жесткого ультрафиолетового, жесткого рентгеновского и вариаций интенсивности солнечного излучения;

– регистрация потоков, энергетических спектров и направления прихода электронов, протонов и ядер;

– регистрация космических гамма-всплесков;

– регистрация рентгеновского излучения от областей плоскости эклиптики, в которых находятся достаточно интенсивные рентгеновские источники.

На основании комплексных измерений параметров и величин электромагнитного и ядерного излучений будут исследованы проблемы, относящиеся к следующим областям науки.

#### **Физика Солнца:**

– особенности эволюции функции распределения для высокоэнергичных частиц (вплоть до энергий несколько ГэВ) с высоким временным разрешением;

– различия в динамике ускорения электронов и протонов (ядер);

– угловая анизотропия взаимодействующих частиц на основании анализа

спектров излучения и параметров линейной поляризации жесткого рентгеновского излучения;

– эффекты направленности в области гамма-излучения высоких энергий;

– уточнение механизмов и условий ускорения электронов и протонов в разных фазах вспышки, а также параметров области удержания (распространения) ускоренных частиц;

– определение обилия элементов в области генерации гамма-излучения методом гамма-спектроскопии и по скорости захвата нейтронов низких энергий в атмосфере Солнца;

– восстановление энергетических спектров ускоренных протонов и ядер и динамики этих спектров по соотношению ядерных гамма-линий;

– выполнение непрерывной диагностики физического состояния солнечной плазмы методом изображающей спектроскопии;

– долговременные наблюдения вариаций интенсивности солнечных вспышек;

– уточнение параметров мод глобальных солнечных колебаний характеристик внутренних слоев Солнца на основе непрерывных наблюдений солнечного излучения в диапазоне 280–1500 нм;

– изучение зависимости параметров солнечных колебаний от уровня солнечной активности;

– исследование процессов первичного энерговыделения в солнечной короне – формирования го-

рячей ( $10\text{--}20 \times 10^6$  К) и сверхгорячей вспышечной (более  $20 \times 10^6$  К) плазмы.

#### **Физика солнечно-земных связей:**

– характеристики выбросов корональных масс и их влияния на солнечно-земные связи;

– динамика параметров верхней атмосферы Земли на основе мониторинга в жестком ультрафиолете;

– динамика области проникновения солнечных космических лучей в магнитосферу Земли во время геомагнитных возмущений;

– динамика потоков релятивистских электронов в магнитосфере Земли;

– поведение электронов в области внутреннего радиационного пояса Земли.

#### **Астрофизика:**

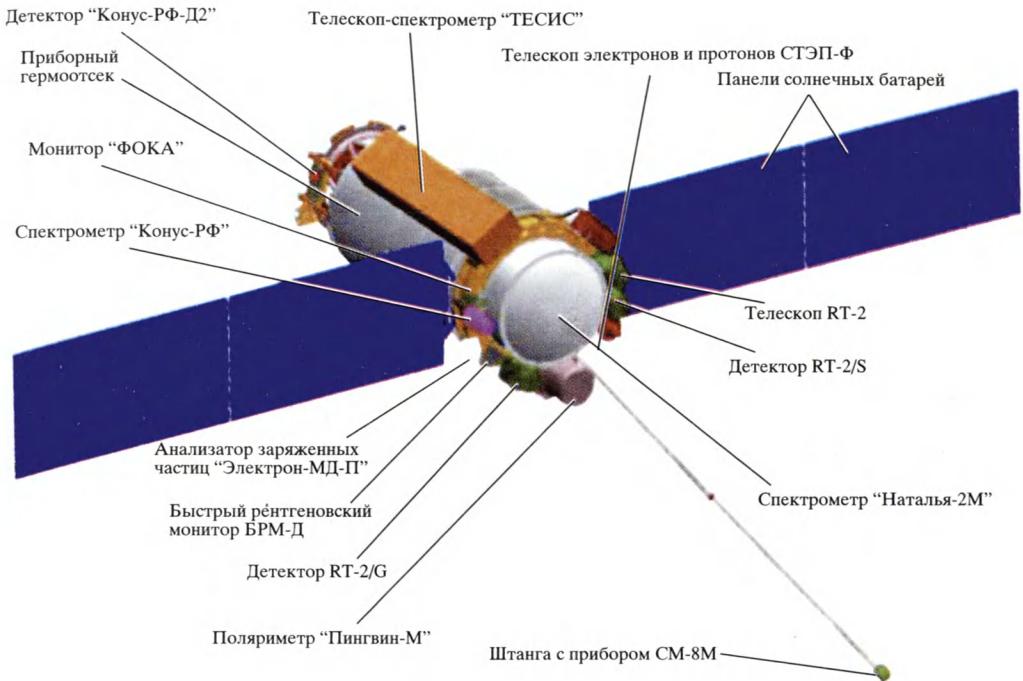
– изучение рентгеновского и гамма-излучения космических гамма-всплесков;

– динамика спектров и потоков рентгеновского излучения галактических и внегалактических рентгеновских источников, ядер активных галактик, жесткого рентгеновского диффузного фона.

#### **НАУЧНЫЕ ПРИБОРЫ “КОРОНАС-ФОТОН”**

Комплекс научной аппаратуры ИСЗ “Коронас-Фотон” включает 12 приборов (спектрометры, телескопы, детекторы).

**Спектрометр высокоэнергичных излучений “Наталья-2М”** (МИФИ) изучает эволюцию энергетических спектров жесткого электромагнитного излучения в диапазоне от



Размещение комплекса научной аппаратуры на КА "Коронас-Фотон".

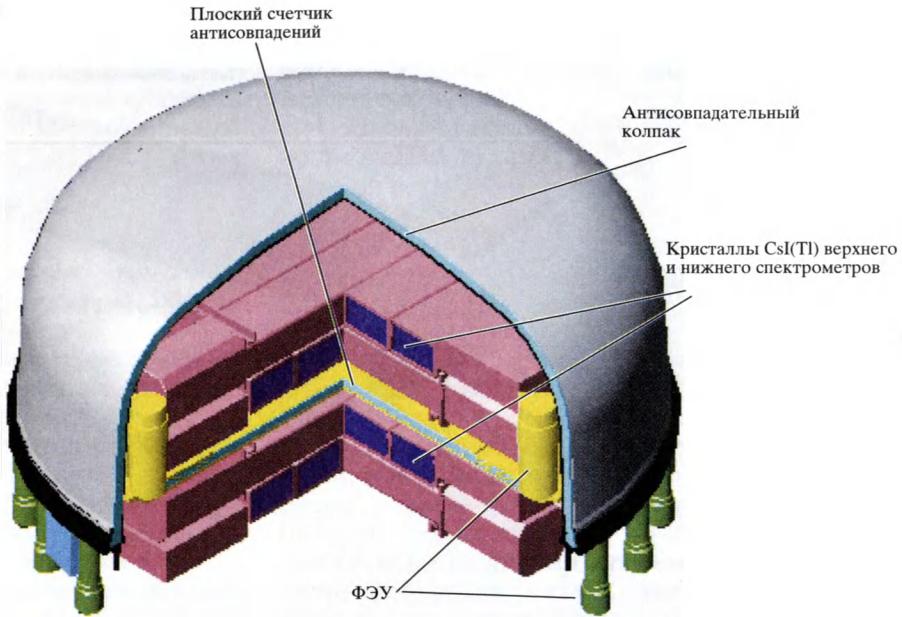
0.3 МэВ до 2 ГэВ; регистрирует нейтроны солнечного происхождения с энергиями 20–300 МэВ. Прибор "Наталья-2М" состоит из регистрирующего блока, систем обработки и вывода информации и высоковольтного блока питания. В регистрирующий блок прибора "Наталья-2М" входят два спектрометра, содержащие по восемь сцинтилляционных модулей и защитные сцинтилляционные детекторы. Измеренное на радиоактивных источниках и оцененное численным моделированием энергетическое разрешение для пучка гамма-квантов составляет 10%

(0.662 МэВ), 6.0% (10 МэВ) и 32% (500 МэВ).

**Телескоп низкоэнергичного гамма-излучения RT-2** (Индия) предназначен для изучения быстрой переменности рентгеновского излучения в солнечных вспышках. Он регистрирует временные профили солнечного рентгеновского излучения (15 кэВ – 1 МэВ) с временным разрешением 0.1 с; выполняет спектрометрию солнечного рентгеновского и гамма-излучения (10 кэВ – 1 МэВ); получает изображения солнечных вспышек в жестком рентгеновском диапазоне. RT-2 включает в себя три детекторных блока, которые располагаются на внешней поверхности спутника. В блоках RT-2/S и RT-2/G используются одинаковые составные сцинтилляционные детек-

торы (фосвич-детекторы). Сцинтилляционные детекторы работают параллельно в двух диапазонах: 15–150 кэВ и 0.27–1 МэВ. В блоке RT-2/CZT расположено два детектора жесткого рентгеновского излучения, в одном из них использован полупроводник кадмий–цинк–теллур (CZT). Угловое разрешение для слабых вспышек составляет 30', для мощных – до 2'. Угловое разрешение другого детектора блока RT-2/CZT может достигать 5'.

**Поляриметр жесткого рентгеновского излучения "Пингвин-М"** (МИФИ, Физтех им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург) измеряет степень линейной поляризации рентгеновского излучения в диапазоне 20–150 кэВ; регистрирует спектры излучения солнечных вспышек в диа-



пазоне 18–450 кэВ (96 энергетических каналов) и спектры мягкого рентгеновского излучения в диапазоне 2–20 кэВ (12 каналов), в том числе в слабых (“тепловых”) вспышках и на предвспышечной стадии. В состав блока детекторов входят пять основных элементов с ФЭУ: детектор-рассеиватель жесткого рентгеновского излучения, шесть детекторов рентгеновского и гамма-излучения, антиэкранные детекторы и пропорциональные счетчики (детекторы мягкого рентгеновского излучения). В диапазоне энергий 20–500 кэВ регистрируется излучение, падающее на детекторы рассеянного излучения, а в 20–150 кэВ – излучение регистрируется детектором-рассеивателем. Спектры мягкого рентгеновского излучения в интервале 2–20 кэВ регистрируются

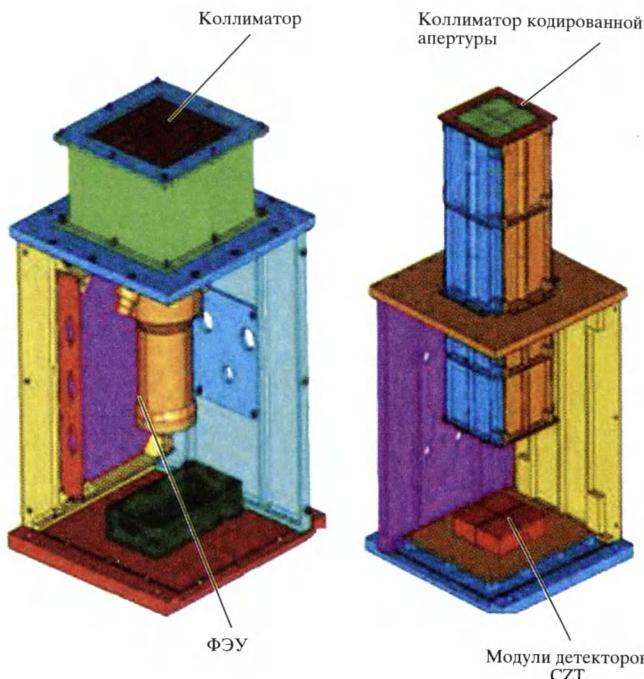
двумя взаимозаменяемыми пропорциональными счетчиками. Для защиты от фона заряженных частиц и повышения стабильности работы используются верхний и нижний антисовпадательные детекторы (антиэкраны).

**Спектрометр рентгеновского и гамма-излучения “Конус-РФ”** (Физтех им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург) выполняет постоянный мониторинг вспышек жесткого рентгеновского излучения Солнца и космических гамма-всплесков, а также поиск необычных транзитных явлений в рентгеновских и гамма-лучах по данным непрерывного обзора небесной сферы. Прибор ищет и исследует гамма-излучение солнечных вспышек, детально обследует радиационную фоновую обстановку на орбите, чтобы обнаружить

*Спектрометр высокоэнергичных излучений “Наталья-2М”.*

другие космические транзисты, постоянные дискретные источники при их покрытии Землей. В целях локализации источников космических гамма-всплесков предполагается включить КА “Коронас-Фотон” в международную межпланетную сеть IPN, осуществляющую такую локализацию триангуляционным методом. Прибор содержит два детекторных блока и электронный блок с источником питания и интерфейс связи. Ось поля зрения первого детектора, “Конус-РФ-Д1”, направлена на Солнце, второго, “Конус-РФ-Д2”, – в противоположную сторону. Предусмотрено два основных режима наблюдений: непрерывный фоно-

Сцинтилляционный детектор (слева) и детектор жесткого рентгеновского излучения, входящие в состав телескопа низкоэнергичного гамма-излучения RT-2.



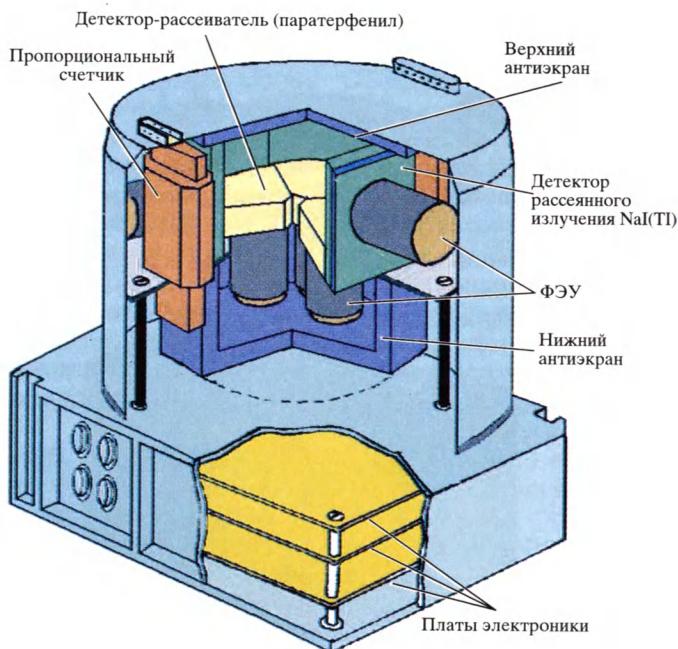
вый и кратковременный при возникновении вспышек. В фоновом режиме постоянно ведутся измерения интенсивности излучения в диапазоне 10 кэВ – 12 МэВ, временное разрешение – 1–2 с. Это позволяет контролировать, хотя и с низким спектральным разрешением, общую картину и вариации рентгеновского и гамма-излучения на околоземной орбите и выяснить причины их появления. Информативность прибора составляет 10–12 Мбайт в сутки.

**Быстрый рентгеновский монитор БРМ (МИФИ)** осуществляет быстрый мониторинг жесткого рентгеновского излучения Солнца в энергетическом диапазоне 20–600 кэВ с временным разрешением до 2–3 мс; определение временного профиля вспышек рентгеновского излучения на Солнце в шести поддиапазонах энергии (20–600 кэВ). Прибор состоит из двух блоков: детектора БРМ-Д и электроники БРМ-ЭМ. Сигналы с ФЭУ разделяются по амплитуде на шесть каналов, соответствующих энергетическим диапазонам, и поступают в

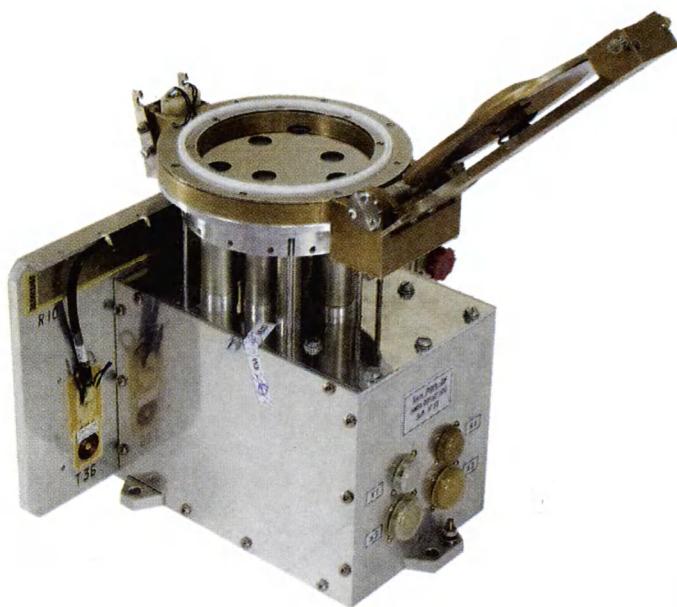
блок электроники БРМ-ЭМ для дальнейшей обработки.

**Многоканальный монитор ультрафиолетового излучения “ФОКА” (МИФИ)** проводит монито-

ринг УФ-излучения Солнца в трех диапазонах (1–11 нм, 27–37 нм, 121.6 нм) и измеряет его поглощение в слоях атмосферы Земли на высоте 150–500 км,



Блок детекторов поляриметра жесткого рентгеновского излучения “Пингвин-М”.

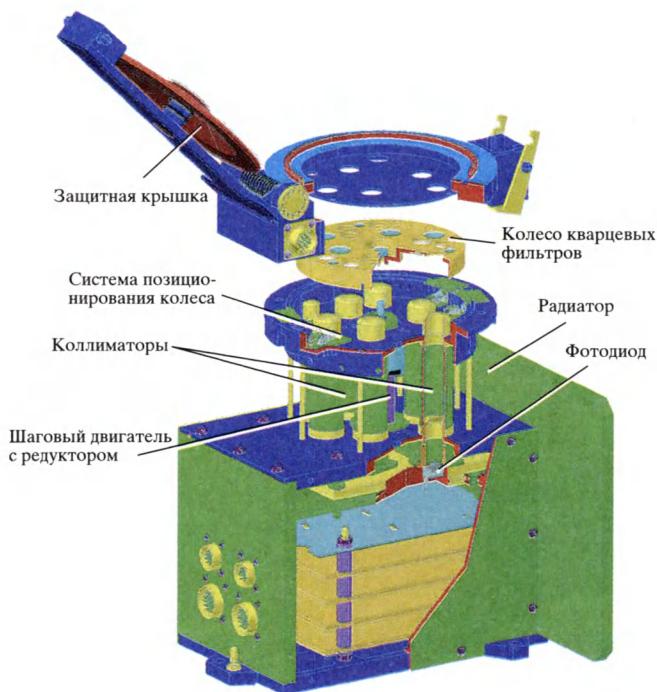


вана на наше светило. Во время наблюдения диска Солнца через земную атмосферу определяется распределение ее плотности, уточняются теоретические и эмпирические модели термосферы и ионосферы. Прибор содержит блоки детекторов "ФОКА-ДМ" и электроники.

**Телескоп-спектрометр для изображающей рентгеновской спектроскопии Солнца "ТЕСИС"** (Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН) исследует в мягком рентгеновском диапазоне (8–315 Å) пространственную структуру и динамику активных образований в солнечной короне, переходного слоя солнечной атмосферы в диапазоне температур ( $0.05 \times 10^6 - 20 \times 10^6$  K) и влияние солнечной активности на верхнюю атмосферу Земли. Он осуществляет мониторинг и регистрацию солнечных вспышек с высоким временным (до 1 с) и пространственным (1–2") разрешением. На основе полученной информации будут разработаны методы раннего прогнозирования магнитных бурь и возмущений в земной магнитосфере. Комплекс "ТЕСИС" включает два телескопа

определяет корреляцию между потоками излучения в разных энергетических диапазонах. Монитор предназначен для измерения 13 абсолютной интен-

сивности мягкого рентгеновского и вакуумного УФ-излучения диска Солнца с временным разрешением до 0.1 с. Детекторная часть прибора ориентиро-



Блок детекторов "ФОКА-ДМ".

FET, спектрогелиометр EUSH, коронограф крайнего УФ-диапазона SEC, изображающий спектрогелиометр MISH и рентгеновский фотометр-спектрогелиометр. FET состоит из двух телескопов системы Гершеля с полем зрения  $1^\circ$  и угловым разрешением  $1.7''$ , он позволяет наблюдать полный диск и корону Солнца. Один из телескопов работает в диапазоне  $130\text{--}136 \text{ \AA}$ , где доминируют линии излучения ионов железа FeXX ( $132.84 \text{ \AA}$ ) и FeXXIII ( $132.91 \text{ \AA}$ ), другой регистрирует излучение (290–320 Å) чрезвычайно интенсивной линии ионизованного гелия HeII ( $303.8 \text{ \AA}$ ). Плазма с температурой около  $7 \times 10^4 \text{ K}$  (линия  $303.8 \text{ \AA}$ ) располагается преимущественно в переходном слое солнечной атмосферы. Оба телескопа могут работать одновременно или выполнять независимые программы наблюдений. Спектрогелиометр EUSH работает в пределах  $285\text{--}335 \text{ \AA}$ . В этой области располагаются спектральные линии излучения ионов HeII, SiIX, FeXIV–FeXVI, MgVIII, NiXVIII и других, формирующихся при температуре плазмы от  $5 \times 10^4$  до  $1.2 \times 10^7 \text{ K}$ . EUSH выполняет многоволновую спектральную диагностику корональной плазмы: определяет ее температуру, плотность и эмиссию. Коронограф крайнего УФ-диапазона SEC системы Ричи–Кретьена (290–320 Å, поле зрения –  $2.5^\circ$ ) позволяет наблюдать корону Солнца и осуществлять мониторинг и

изучение корональных выбросов массы, выявляет их связь с бурями в магнитосфере Земли. После запуска спектрогелиограф MISH стал единственным в мире инструментом, предоставляющим изображения высокотемпературных корональных областей с температурой около  $10^6 \text{ K}$ . Приемник излучения (ПЗС-матрица) позволяет различать на Солнце детали размером около  $2''$  (примерно  $1500 \text{ км}$ ), при этом полностью покрывая диск и корону Солнца.

**Многоканальный солнечный фотометр “Солкол”** (ИЗМИРАН) призван наблюдать глобальные колебания Солнца по вариациям интенсивности солнечного излучения. Фотометр будет получать спектры глобальных солнечных колебаний характеристик внутренних слоев Солнца, изучать зависимость параметров солнечных колебаний от уровня солнечной активности. Он измеряет вариации интенсивности излучения Солнца в семи оптических диапазонах от ближней УФ-до ИК-области с целью определения характеристик глобальных солнечных колебаний. Прибор состоит из одного блока и ориентируется оптической осью на центр Солнца.

**Анализатор заряженных частиц “Электрон-М”** (НИИ ядерной физики им. Д.В. Скобельцына) изучает солнечные энергичные частицы и их взаимодействие с магнитосферой Земли, регистрирует ускоренные во время солнечных вспышек потоки и

строит спектры солнечных электронов в энергетическом диапазоне  $0.2\text{--}4.0 \text{ МэВ}$ . Он состоит из телескопа с системой из четырех полупроводниковых кремниевых детекторов “Электрон-МД” и блока электроники “Электрон-МЭ”.

**Спутниковый телескоп электронов и протонов СТЭП-Ф** (Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, Украина) исследует динамику радиационных поясов Земли во время солнечной и магнитосферной активности, взаимосвязь потоков захваченных и выпадающих частиц магнитосферного происхождения с протонными вспышками на Солнце и солнечными космическими лучами. Прибор представляет собой телескоп с полем зрения  $97^\circ \times 97^\circ$ , регистрирующий потоки электронов ( $0.4\text{--}14.3 \text{ МэВ}$ ), протонов ( $9.8\text{--}61 \text{ МэВ}$ ) и альфа-частиц ( $37\text{--}246 \text{ МэВ}$ ). Он состоит из блока детекторов СТЭП-ФД и блока обработки цифровой информации СТЭП-ФЭ. Блок детекторов содержит два идентичных кремниевых позиционно-чувствительных матричных детектора и два сцинтилляционных детектора со средним угловым разрешением направлений прихода частиц около  $8^\circ$ . За  $2 \text{ с}$  он может изучить тонкую структуру динамики потоков частиц во время прохождения КА через радиационные пояса и приполярные области.

Кроме перечисленных приборов на ИСЗ “Корона-Фотон” на штанге дли-



ной 4 м установлен магнитометр CM-8M, измеряющий три компоненты постоянного магнитного поля в диапазоне  $\pm 55$  мкТл.

Исходная телеметрическая информация с научных приборов спутника “Коронас-Фотон” будет передаваться на приемные пункты Научного центра оперативного мониторинга

Земли (НЦ ОМЗ, г. Москва) одновременно по двум радиоканалам в диапазоне частот 8.2 ГГц. Затем исходная информация по линиям связи поступит в созданный в МИФИ центр экспресс-обработки, накопления, хранения и распространения научных данных. После преобразования и первичной обра-

*Детектор спутникового телескопа электронов и протонов СТЭП-Ф.*

ботки соответствующая часть информации будет направляться организациям-разработчикам научной аппаратуры и иным пользователям.

## Информация

### **Самая маленькая экзопланета**

Недавно выяснилось, что экзопланета CoRoT-Echo-7b, открытая с помощью француз-

ской космической обсерватории “Коро”, предназначенной в том числе для поиска экзопланет (Земля и Вселенная, 2007, № 5, с. 61), примерно в два раза крупнее Земли по размерам и ее средняя плотность сопоставима с земной. Эта наименьшая из 330 известных сейчас экзо-

планет находится очень близко от своей звезды, похожей на Солнце, совершая оборот вокруг нее примерно за 20 ч, поверхность ее нагрета почти до  $1500^{\circ}\text{C}$ .

*Пресс-релиз ESA,  
3 февраля 2009 г.*

**Солнце в декабре 2008 г. – январе 2009 г.**

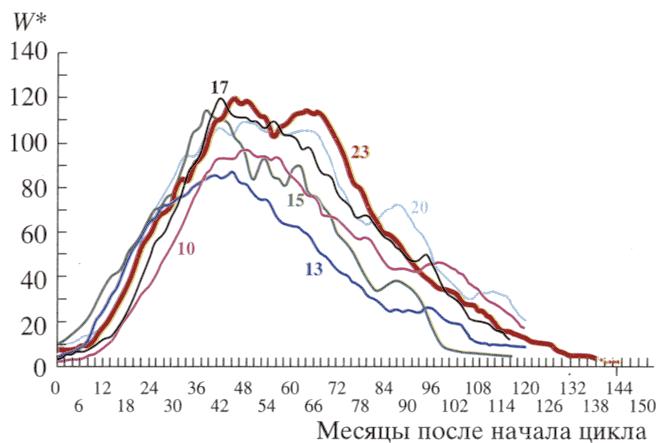
Последний месяц 2008 г. и первый месяц 2009 г. так и не внесли окончательную ясность в вопрос, когда же все-таки закончился 23-й цикл солнечной активности. Сглаженное значение относительного числа солнечных пятен в июле 2008 г. составило  $W_{\text{июль}}^* = 3.2$ , что оказалось наименьшим в 23-м цикле. Пятнообразовательная активность Солнца оставалась на очень низком уровне. Напомним, что максимум 23-го цикла солнечной активности наступил в апреле 2000 г. ( $W_{\text{max}}^* = 121.7$ ,  $F_{10\text{cm}}^* = 181$ ), вторичный максимум – в ноябре 2001 г. ( $W^* = 115.6$ ,  $F_{10\text{cm}}^* = 193.6$ ). Текущие среднемесячные значения относительного числа солнечных пятен  $W_{\text{дек}} = 0.8$  и  $W_{\text{явн}} = 1.5$ . Сглаженные за 13 месяцев значения относительного числа солнечных пятен в июле–августе 2008 г. –  $W^* = 3.2$  и  $W^* = 2.8$  соответственно.

Пятнообразовательная активность Солнца в **декабре 2008 г.** по сравнению с предыдущим месяцем опять значительно понизилась: лишь одна небольшая группа пятен, относящаяся, по-видимому, к 24-му циклу, образовалась и просуществовала трое суток (10–12 декабря) в

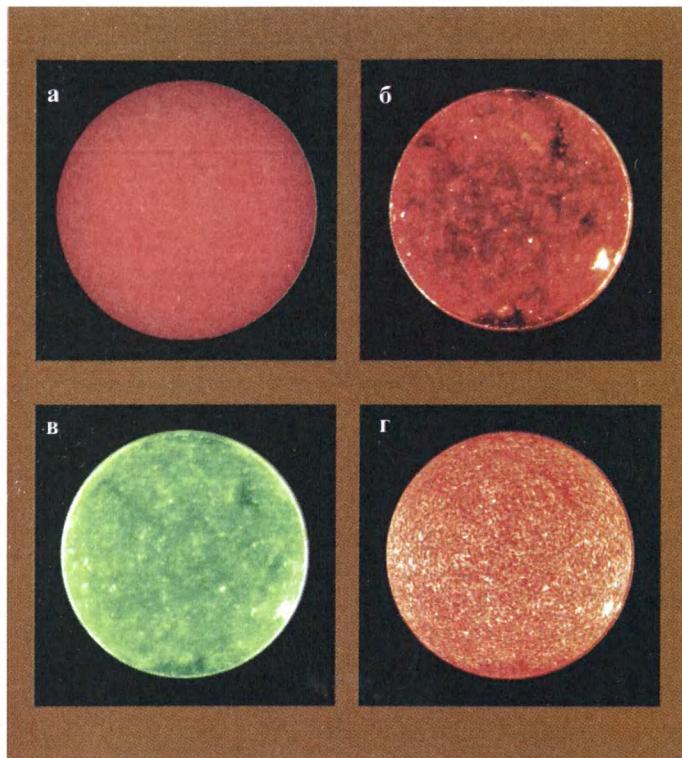
Южном полушарии. Максимальное число Вольфа отмечено **10 и 12 декабря** ( $W = 9$ ), после чего 28 сут видимый диск Солнца был без пятен. Вспышечная активность весь месяц находилась на очень низком уровне. Наблюдатели зарегистрировали прохождение по диску Солнца трех рекуррентных корональных дыр, которые не вызвали заметных возмущений в околоземном космическом пространстве. Всего в декабре было 6 сут с возмущенной геомагнитной обстановкой. На геостационарных орбитах 4 сут регистрировались

потoki высокоэнергичных электронов.

**В январе 2009 г.** ситуация практически не изменилась: всего две небольшие группы пятен появились на видимом диске Солнца. Одна наблюдалась 9–13 января в Северном полушарии, другая – 19 января в Южном полушарии, причем последняя имела полярность 23-го цикла. Максимальное число Вольфа отмечено **11 января** ( $W = 10$ ), затем 25 сут на Солнце пятен не было. Коронोगрафы космической обсерватории “SOHO” зарегистрировали в январе 14 выбросов коронального веще-



Развитие текущего, 23-го, цикла солнечной активности на протяжении 145 месяцев.  $W^*$  – сглаженные за 13 месяцев относительные числа Вольфа.



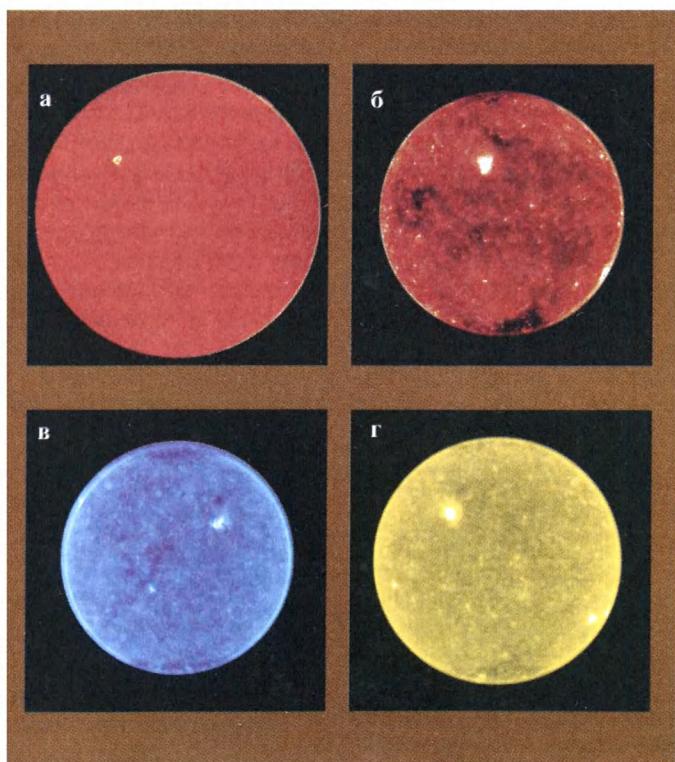
Солнце 10–11 декабря 2008 г.: а) в самой сильной спектральной линии водорода  $H_{\alpha}$  ( $\lambda = 6563 \text{ \AA}$ ); б) в диапазоне мягкого рентгеновского излучения, зарегистрированного японской космической обсерваторией «Хиноде»; в, г) линиях крайнего ультрафиолета химических элементов  $FeXII$  ( $\lambda = 195 \text{ \AA}$ ) и  $HeII$  ( $\lambda = 304 \text{ \AA}$ ). Фото «SOHO» (<http://www.solarmonitor.org/index.php>).

ства. В этом же месяце отмечено прохождение по видимому диску Солнца двух рекуррентных корональных дыр. Возмущенная геомагнитная обстановка не отмечена. На геостационарных орбитах впервые с 2002 г. зарегистрирован минимальный уровень потоков высокоэнергичных электронов.

Текущее состояние солнечной активности и ее прогноз на русском языке можно найти в Интернете: <http://www.izmiran.ru/services/saf/>

Страница обновляется каждый понедельник.

*В.Н. ИШКОВ,  
кандидат физико-  
математических наук  
ИЗМИРАН*



Солнце 10–11 января 2009 г.: а) в самой сильной спектральной линии водорода  $H_{\alpha}$  ( $\lambda = 6563 \text{ \AA}$ ); б) в диапазоне мягкого рентгеновского излучения, зарегистрированного обсерваторией «Хиноде»; в, г) в линиях крайнего ультрафиолета химических элементов  $FeIX$ ,  $FeX$  ( $\lambda = 171 \text{ \AA}$ ) и  $FeXV$  ( $\lambda = 284 \text{ \AA}$ ). Фото «STEREO-B» и «SOHO» ([http://stereo-ssc.nascom.nasa.gov/beacon/beacon\\_secchi.shtml](http://stereo-ssc.nascom.nasa.gov/beacon/beacon_secchi.shtml)).

### Кассиопея А: новое изображение

Группа астрономов под руководством Оливера Краузе из Института астрономии общества им. Макса Планка (Германия) проанализировала результаты исследований остатка сверх-

новой Кассиопея А, выполненных космической рентгеновской обсерваторией «Чандра». Сверхновая вспыхнула почти 330 лет назад на расстоянии 11.3 тыс. св. лет от нас. Остаток Кассиопеи А возник в результате взрыва сверхновой II типа с образованием нейтронной звезды (Земля и Вселенная, 2008, № 1). Изображения были получены в 2000 г., 2002 г., 2004 г. и 2007 г. (см. стр. 2 обложки). Суммарная длительность наблюдений

остатка сверхновой SN 1680 в Кассиопее (две недели), ставших основой для детального изучения пульсации его тонкой структуры и измерения скорости расширения переднего края внешней взрывной волны. Она оценивается в 500 км/с, что значительно меньше ожидаемой.

*Пресс-релиз Гарвардского университета и NASA,  
6 января 2009 г.*

### Фотография планетарной туманности NGC 2818

В ноябре 2008 г. с помощью КТХ получена впечатляющая фотография планетарной туманности NGC 2818 (см. стр. 3 обложки, верхний снимок). Эта туманность расположена внутри рассеянного звездного скопления NGC 2818A (PLN 261+8.1) на расстоянии более 10 тыс. св.

лет от нас в созвездии Компаса. Если планетарная туманность NGC 2818 находится на том же расстоянии, что и звездное скопление, то ее диаметр составляет около 4 св. лет. NGC 2818 – одна из очень немногих планетарных туманностей в пределах вновь открытой группы звезд нашей Галактики. Возраст данной группы звезд – примерно 1 млрд. лет. Звезды постепенно рассеивают-

ся в течение сотен миллионов лет. Но уже через десятки тысяч лет планетарная туманность исчезнет, а ее ядро будет еще очень долго остывать. Такова, как известно, жизнь планетарных туманностей, которые возникают на заключительной стадии эволюции звезд, подобных Солнцу.

*Пресс-релиз КТХ (NASA),  
15 января 2009 г.*

### NGC 346 – одна из областей звездообразования

В 2008 г. три обсерватории выполнили совместные наблюдения в различных спектрах звездного скопления NGC 346 в Малом Магеллановом Облаке (расстояние 210 тыс. св. лет). Изображения получены в видимом диапазоне наземным телескопом NTT Европейской Южной Обсерватории, в инфракрасном и рентгеновском диапазонах космиче-

скими обсерваториями – американской «Спитцер» и европейской «ХММ-Ньютон» (см. стр. 3 обложки, нижний снимок). В ИК-диапазоне удалось выявить холодную пыль, в оптическом – нагретый газ и в рентгеновском – теплые оболочки звезд. По-видимому, звездообразование здесь обусловлено двумя источниками – звездным ветром и радиацией. Первый механизм наблюдается на периферии скопления, там массивная звезда взорвалась 50 тыс. лет назад, образовав

сверхновую, а в ее газопылевой оболочке стали формироваться новые звезды. Второй механизм действует около центра газопылевого облака в NGC 346. В этом месте радиоактивный поток от массивных звезд разрушает ближайшее газопылевое облако, создавая ударные волны, сжимающие газ в новые звезды.

*Пресс-релиз Калифорнийского технологического института,  
8 октября 2008 г.*



## **Об исследованиях влияния изменений погоды и климата на здоровье человека в программе Президиума РАН “Фундаментальные науки – медицине”**

**А. И. ГРИГОРЬЕВ,**  
вице-президент РАН, академик,  
координатор Программы  
“Фундаментальные науки – медицине”

**А. А. МАКОСКО,**  
доктор технических наук,  
руководитель координационного центра Программы  
“Фундаментальные науки – медицине”



*Человеческий организм хорошо приспособлен к влиянию окружающей среды и постоянным изменениям ее параметров. Однако способность безболезненно переносить эти колебания у каждого индивидуальна. Она зависит от возраста, состояния здоровья, тренированности, пола и других факторов. Давно замечено, что погода сказывается на самочувствии отдельных лиц и групп людей. Медики древности еще две тысячи лет назад обратили внимание на существование связи между погодой и распространением не-*

**которых видов заболеваний.**

**Влияние погоды на организм человека многогранно и в ряде случаев до конца не выяснено. Сегодня эта проблема приобрела новое содержание и стала еще более актуальной в связи с наблюдаемыми изменениями глобального климата.**

**В последние десятилетия XX в. происходили повышение средней поверхностной температуры атмосферы, температуры океана, подъем его уровня, увеличение повторяемости экстремальных погодных ситуаций. Ожидается продолжение этих изменений и в XXI в. Они приведут к существенным изменениям в ландшафтах, биоте и структуре деятельности человека.**

#### ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА ЭКСПЕРТАМИ

В 1906–2005 гг. средняя глобальная температура повысилась на 0.74°C. Ввиду того что человечество не сумело уменьшить эмиссию парниковых газов, в следующие 20–25 лет, по-видимому, произойдет рост температуры на 0.2–0.4°C.

В Четвертом оценочном докладе Международной группы экспертов по изменению климата отмечено, что воздействие меняющегося климата будет различным в разных регионах. Особенно уязвимы к этому воздействию окажутся Арктика, Африка (регион Сахары), неболь-

шие острова, азиатские речные мегадельты.

Предполагается, что на юге Европы произойдет увеличение температуры и усиление засух (риск для здоровья людей из-за волн тепла возрастет), в Центральной и Восточной Европе уменьшится количество летних осадков (увеличение повторяемости волн тепла повысит риски для здоровья населения), в Северной Европе обнаружатся смешанные эффекты.

На огромной территории России потенциальный отклик на изменение климата будет существенно неоднороден. Потепление в центре страны и в ее северной части, несомненно, приведет к сокращению отопительного сезона и к увеличению навигации на северных морях и реках. Возникают также несогласование сроков важных фенологических событий в жизни растений и животных, сокращение ареалов (например, для белого медведя вследствие уменьшения ледовитости северных морей), расширение районов распространения некоторых болезней человека, возбудители которых переносятся насекомыми (малярия, клещевой энцефалит), а также сельскохозяйственных вредителей (колорадский жук, саранча).

Увеличение осадков ожидается там, где в них нет недостатка, а уменьшение – там, где ощущается их дефицит. Повышение влагонасыщенности почвогрунтов, равно как и

потепление в зоне многолетней мерзлоты, может заметно уменьшить надежность фундаментов зданий и технических сооружений.

При предполагаемом потеплении климата Северной Евразии увеличится повторяемость аномальных состояний погоды, по меньшей мере на локальном уровне. Возрастет вероятность возникновения таких погодных явлений, как штормы, тайфуны, ураганы, увеличится число дней с особенно высокой температурой, когда, как правило, наблюдается и повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха.

#### ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ЗДОРОВЬЕ

Проблема влияния изменения климата на различные аспекты здоровья населения, несмотря на ее несомненную актуальность, еще 10 лет назад считалась весьма дискуссионной. Это объяснялось, прежде всего, недостатком многолетних репрезентативных данных для анализа климата и удовлетворительного его прогноза. Многие соображения в значительной мере носили умозрительный характер.

26–28 мая 2000 г. в Римском отделе Европейского центра Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) по окружающей среде и охране здоровья состоялось совещание ведущих международных экспертов по окружающей среде и здоровью. Участники совещания подчерк-

нули важность международной координации научных исследований, необходимых, чтобы уменьшить степень неопределенности, характеризующую наши знания о воздействии климатических изменений на здоровье человека.

На саммите Организации Объединенных Наций по изменению климата, проходившему в Монреале (Канада), Европейское региональное бюро ВОЗ распространило отчет "Изменение климата и стратегии адаптации к нему в интересах охраны здоровья населения". В нем отмечено, что климатические проблемы, стоящие перед 880 миллионами жителей Европейского региона, обусловлены повышающейся температурой, изменяющимися величиной и характером выпадения осадков, ростом частоты и выраженности экстремальных погодных явлений (периоды сильной жары, засухи, интенсивные ливневые дожди). Приведены оценки изменения климата и подтверждено, что в будущем климат в Южной Европе, по-видимому, станет суше, а в Северной Европе – теплее и с большим количеством осадков.

В отчете также показано, что изменение климата может влиять на здоровье населения. Так, в 2003 г. Европейский регион пострадал от самой сильной жары за всю свою историю. Она стала причиной более 35 тыс. смертей в Западной Европе. Усилилась болезнетворность

окружающей среды. При температуре окружающего воздуха выше 5°C с увеличением ежедневной температуры на 1°C частота возникновения очагов сальмонеллеза возрастает на 5–10%. В более северных широтах (например, в Швеции) и на больших высотах (например, в горных районах Чехии) стали наблюдаться болезни Лайма и клещевой энцефалит.

Важнейший вывод отчета: климатические изменения оказывают влияние на все страны независимо от уровня их социально-экономического развития.

Для того чтобы уменьшить негативное воздействие изменения климата на здоровье уже сейчас необходимо наладить раннее предупреждение о наступлении периодов сильной жары, ураганов и наводнений, укрепить системы эпидемиологического надзора. Необходимо также проводить постоянный сбор медицинских, метеорологических, экологических и социально-экономических данных на местном, региональном и национальном уровнях с учетом временного фактора.

Проблема влияния изменений климата на здоровье населения в настоящее время обрела статус международной. В ее решение включились коллективы ученых и специалистов разных стран.

Научные исследования по данной проблеме проводятся в рамках программы фундаментальных исследований Президиума РАН "Фундаментальные

науки – медицине" (далее – Программа).

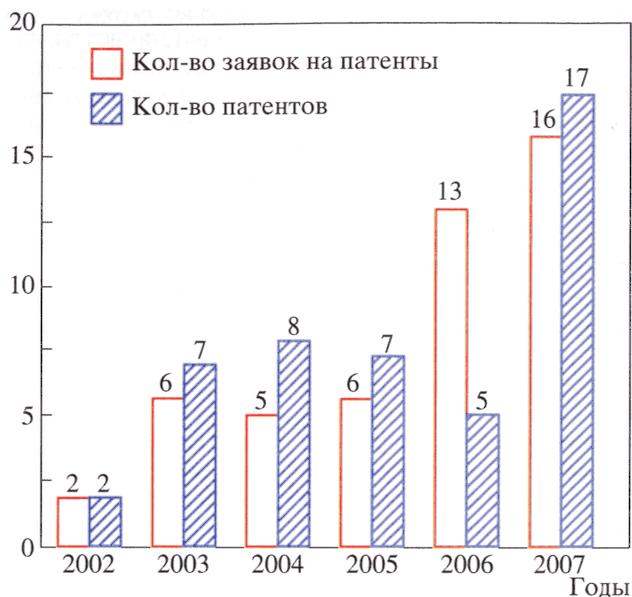
#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ РАН

Программа исследований Президиума РАН "Фундаментальные науки – медицине" была создана в 2002 г. при непосредственном и в высшей степени плодотворном участии академика О.Г. Газенко (1918–2007), одного из основоположников космической биологии и медицины, а также выдающегося химика академика А.Е. Шилова. В Программе реализовано то, что не успели сделать такие организаторы науки и здравоохранения, как президент АН СССР академик А.П. Александров (1903–1994), Министр здравоохранения СССР академик Б.В. Петровский (1908–2004) и президент АМН СССР академик Н.Н. Блохин (1912–1993), – объединить усилия ученых разных специальностей – биологов, химиков, физиков, математиков, медиков – для решения актуальных задач, связанных с сохранением здоровья человека.

За 7 лет существования Программа показала, что она востребована, эффективна и стала одним из важнейших механизмов инновационной деятельности РАН. Это междисциплинарная программа, ежегодно формирующаяся на конкурсной основе. Цель ее – использовать результаты фундаментальных исследований в области естественных и точных наук для решения

приоритетных задач практического здравоохранения, в первую очередь в рамках медицинских учреждений РАН.

Многопрофильность институтов РАН и их высокий научный и кадровый потенциал дают возможность проводить исследования и внедренческие работы в широком диапазоне – от углубления или получения новых знаний об этиологии и патогенезе социально значимых заболеваний до разработки новых материалов и лекарственных средств. Кроме того, уникальная материально-техническая база учреждений РАН физического профиля позволяет

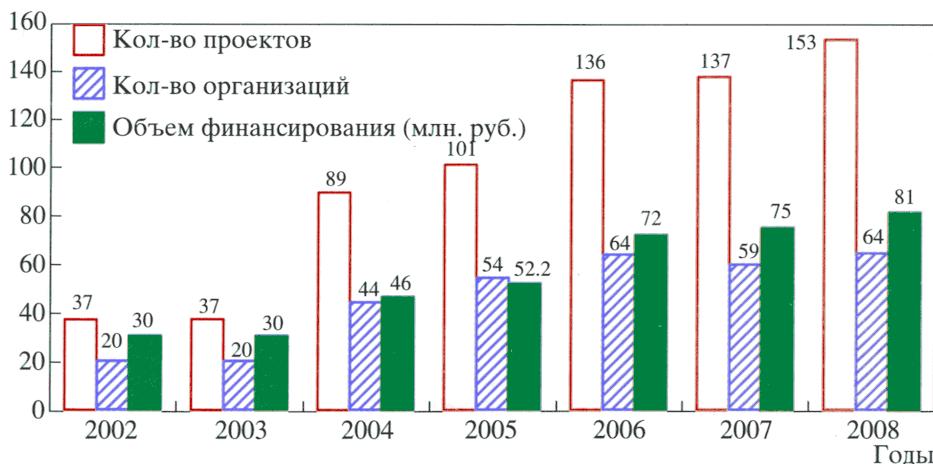


конструировать и доводить до производства приборы медицинского назначения.

Научно-организационное руководство Программой обеспечивают координатор и Научный совет, в состав которого входят ведущие ученые – члены РАН и РАМН. Они вырабатывают идеологию развития Программы, осуществляют отбор проектов на конкурсной основе, опре-

деляют уровень их финансирования и оценивают результаты, полученные в ходе выполнения проектов.

Итоги работы Программы подводятся на ежегодных конференциях поэтапно – сначала на конференциях Дальневосточного, Сибирского и Уральского региональных отделений РАН, а затем на объединенной конференции, с участием институтов РАН,



расположенных в Центральных областях.

Программа динамично развивается. Так, если в 2002–2003 гг. исследования включали в себя только три научных направления, то в 2008 г. их стало 12. С 2002 г. по 2008 г. число финансируемых проектов возросло с 37 до 153 – более чем в 4 раза, количество организаций-участников увеличилось с 20 до 64 – в 3 раза, объем финансирования возрос в 2.7 раза. В настоящее время в выполнении Программы участвуют институты восьми Отделений РАН, находящиеся в Москве, Санкт-Петербурге, Мурманске, Пущино, Нижнем Новгороде, Самаре, Казани, Черноголовке, Уфе. Научный совет Программы координирует исследования по 100 проектам, выполняемым институтами региональных отделений РАН.

Число поданных заявок на патенты и полученных патентов с 2002 г. по 2007 г. увеличилось в 8 раз. В 2005 г. ряд инновационных проектов был объединен в отдельный блок, в рамках которого осуществляются разработка, клинические испытания и внедрение новых медицинских технологий на базе медицинских учреждений РАН – Центральной клинической больницы РАН в Москве, а также больниц Научных центров РАН в Санкт-Петербурге, Пущино, Черноголовке, Троицке, Казани и в Кольском научном центре.

Таким образом, в рамках программы “Фундамен-

тальные науки – медицине” выполняются научные исследования, направленные в итоге на укрепление российского здравоохранения.

#### ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Программа начиная с момента ее образования поддерживала проекты, относящиеся к проблеме влияния изменений погоды и климата на организм человека. В частности, это проект Института космических исследований РАН (руководитель проекта – доктор физико-математических Т.К. Бреус), направленный на исследование влияния гелио- и геомагнитной активности на человеческий организм и разработку прогноза и мер профилактики негативных последствий “космической погоды” с учетом выявленных особенностей ее биомедицинских эффектов, и проект Института физики Земли РАН им. О.Ю. Шмидта (руководитель проекта – доктор физико-математических наук А.Г. Гамбурцев), направленный на развитие научных и практических основ исследования реакции людей на воздействие среды обитания.

Поддержка Программой в 2007 г. проекта Института физики атмосферы им. А.М. Обухова (руководитель проекта – академик Г.С. Голицын) “Разработка методов оценки влияния климатических и метеорологических факторов на физическое и психическое здоровье на-

селения для создания системы профилактики патогенных метеотропных реакций у больных с заболеваниями сердечно-сосудистой системы” и его реализация совместно с Центральной клинической больницей РАН позволили выделить в рамках Программы отдельный блок, идейно объединяющий исследования в области влияния изменений климата и погоды на здоровье человека.

В 2008 г. этот блок был трансформирован в научное направление “Атмосфера и здоровье” (научный руководитель – академик Г.С. Голицын), в рамках которого выполняется 8 проектов. В реализации проектов принимают участие Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова, Институт физики Земли РАН им. О.Ю. Шмидта, Институт космических исследований РАН, Институт народно-хозяйственного прогнозирования РАН, Центральная клиническая больница РАН, а также Кисловодская высокогорная станция Института физики атмосферы им. А.М. Обухова.

В рамках этого научного направления Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова организовал две конференции (в Москве и Кисловодске) с широким привлечением ученых и специалистов РАН, РАМН, Министерства здравоохранения и социального развития РФ, научной общественности. Налажено эффективное взаимодействие по исследуемым проблемам с такими орга-

низациями, как Российский кардиологический научно-производственный комплекс Минздравсоцразвития России, Гидрометеоцентр России, Пятигорский Государственный НИИ курортологии, Институт физики атмосферы Китайской академии наук.

Совместная работа с Центральной клинической больницей РАН со-

здает предпосылки для разработки и реализации системы оперативного медицинского прогноза погоды, предусматривающего медико-метеорологический мониторинг, оперативное выявление биотропных типов погоды и гелиогеомагнитных ситуаций, количественную оценку индекса патогенности погоды и систему оповещения медицинских учреждений РАН

с целью проведения плановой и экстренной метеопрофилактики.

В настоящем номере журнала читатель может познакомиться более подробно с содержанием и результатами некоторых исследований по ряду проектов научного направления "Атмосфера и здоровье" программы Президиума РАН "Фундаментальные науки – медицине".

---

## Информация

---

### Международная научная премия – академику Р.А. Сюняеву

Фонд им. короля Файсала (Саудовская Аравия) объявил о присуждении международной премии в области физики 2009 г. главному научному сотруднику ИКИ РАН, директору Института астрофизики Общества им. Макса Планка (Германия) академику **Рашиду Алиевичу Сюняеву**. В сообщении Фонда говорится, что премия присуждена за *"пионерский и фундаментальный вклад в астрофизику. Работы Сюняева по фоновому излучению Вселенной заложили основу для наблю-*

*дательного исследования структуры галактик и космологии. Его работы по черным дырам и двойным системам сыграли важнейшую роль в развитии рентгеновской астрономии"*.

Эту премию академик Р.А. Сюняев разделил с сэром Ричардом Френдом (Richard H. Friend) – крупнейшим специалистом в области физики полупроводников (Кембриджский университет, Великобритания).

Р.А. Сюняев – возглавляет научную школу по проблемам астрофизики высоких энергий, созданную академиком Я.Б. Зельдовичем. Исследования Р.А. Сюняева реликтового излучения помогли лучше понять эволюцию и современную структуру Вселенной. В 1970 г. Я.Б. Зельдович и его ученик Р.А. Сюняев опубликовали работу, в которой было предсказано существование акустических пиков в угловом распределении

реликтового излучения (открыты в конце 1990-х гг. и измерены с колоссальной точностью космической обсерваторией "WMAP", запущенной в 2001 г.; Земля и Вселенная, 2004, № 3, с. 110). В 1969 г. и 1970 г. Я.Б. Зельдович и Р.А. Сюняев показали, что спектр реликтового излучения таит в себе специфическую информацию о любом энерговыделении в ранней Вселенной, а в 1972 г. указали на эффект, называемый теперь эффектом Сюняева–Зельдовича. Он заключается во влиянии скоплений галактик на наблюдаемый спектр реликтового излучения. Благодаря этому эффекту стали возможными поиски новых скоплений галактик, информация о которых поможет уточнить природу темной энергии и наблюдать эволюцию темпа расширения Вселенной и постоянной Хаббла. В 1972–1973 гг. Н.И. Шакура и Р.А. Сюняев разработали

“стандартную теорию” аккреции (падения) вещества на черные дыры и нейтронные звезды, в результате которой вещество начинает излучать фотоны высоких энергий. В настоящее время Р.А. Сюняев занимается проблемами физики космологической рекомбинации. Этот процесс происходил во Вселенной на первых стадиях ее развития (через 400 тыс. лет после Большого взрыва) и во многом определил ход формирования галактик. Р.А. Сюняев был научным руководителем международных экспериментов, проводившихся на косми-

ческих обсерваториях “Рентген” (на модуле “Квант” орбитальной станции “Мир”) и “Гранат”. В настоящее время он научный руководитель исследований на международной космической рентгеновской обсерватории “Интеграл” с российской стороны, а также научный руководитель российского проекта “Спектр–Рентген–Гамма” (запуск в 2012 г.).

Фонд им. короля Файсала, основанный в 1976 г. сыновьями короля Саудовской Аравии Файсала бин Абдулазиза, ежегодно присуждает премии “мужчинам и женщи-

нам, чей вклад сделал мир лучше”. Премии вручаются в разных номинациях, в том числе в номинации “наука” (физика, математика, химия и биология). Лауреатов награждали золотыми медалями и денежными премиями (200 тыс. долларов США). В 2002 г. эту премию в области математики получил член-корреспондент РАН Юрий Иванович Манин.

*Пресс-релиз ИКИ РАН,  
17 января 2008 г.*

---

## Информация

---

### 105-суточный эксперимент “Марс-500”

31 марта 2009 г. в Институте медико-биологических проблем РАН (ИМБП) начался 105-сут эксперимент, проводимый в рамках российско-европейского проек-

та “Марс-500”, моделирующего полет к Марсу (Земля и Вселенная, 2008, № 3). Это второй этап исследований – 14-сут прошел в ноябре 2007 г. в ИМБП. В данном эксперименте изучается воздействие замкнутого пространства на работоспособность и психологическое состояние экипажа. В нем участвуют шесть добровольцев (четверо россиян и двое европейцев). В наземном медико-техническом комплексе ИМБП, где проводится

эксперимент, у каждого члена экипажа имеется собственная каюта, есть кают-компания, несколько санузлов и спортивный зал. В оранжерее много растений для проведения опытов, некоторые из них (перец и помидоры) попадут на стол экипажа. Полученные данные будут использованы в целях подготовки и проведения 520-сут эксперимента, начало которого намечено на этот год.



## Атмосфера и здоровье

Г.С. ГОЛИЦЫН,

академик

И.Г. ГРАНБЕРГ,

кандидат физико-математических наук

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН

Н.П. ЕФИМЕНКО,

профессор, доктор медицинских наук

Н.П. ПОВОЛОЦКАЯ,

кандидат географических наук

Пятигорский государственный НИИ курортологии Федерального  
медико-биологического агентства

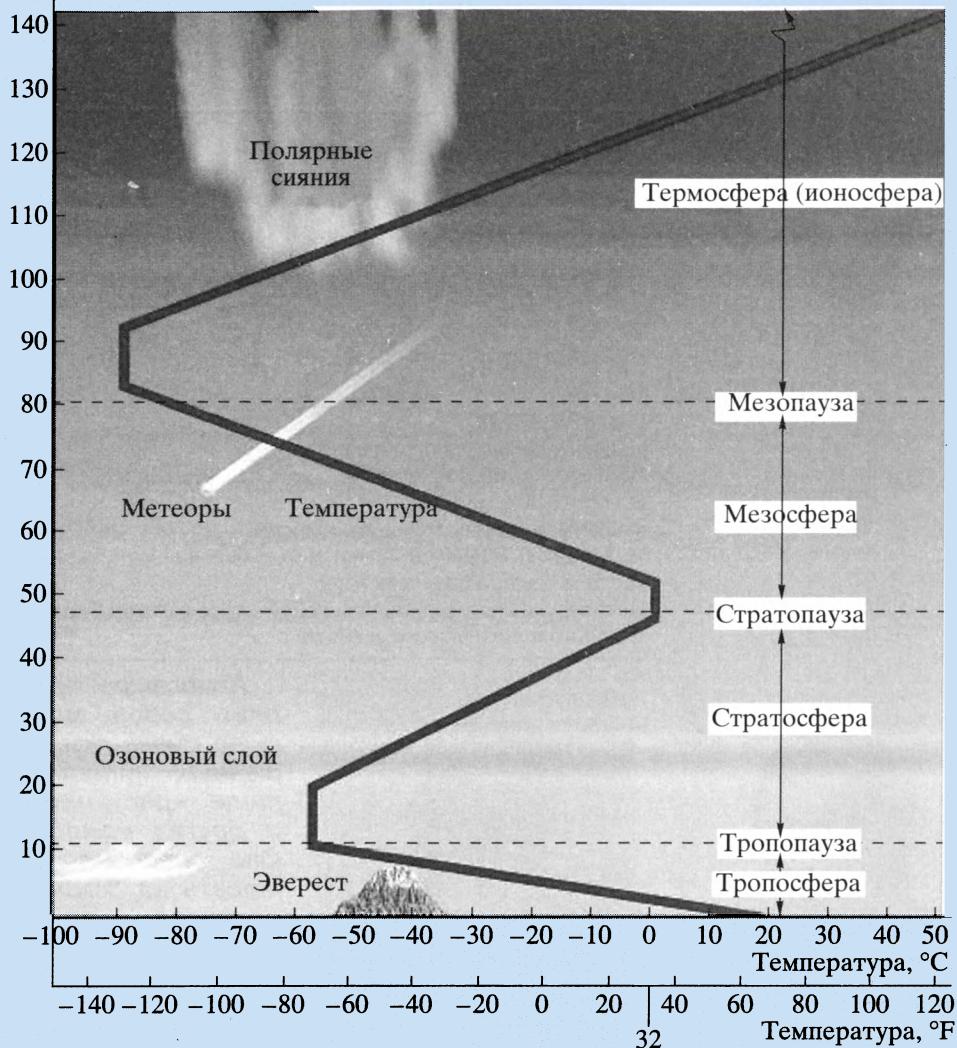


**Атмосфера представляет собой механическую смесь газов, взвешенных капель воды, пыли, кристаллов льда и других компонентов. Она способна поддерживать на Земле среду обитания, пригодную для жизни и деятельности человека и всего живого, что окружает его в этом мире. Изменение химического состава атмосферы, ее физического режима сказывается на здоровье человека.**

### СТРОЕНИЕ И СОСТАВ АТМОСФЕРЫ

Атмосфера – неотъемлемая часть биосферы как области существования живого вещества и системного взаимодействия живого и косного (небиогенного) вещества Земли. В биосфере, охватывающей нижнюю часть атмо-

Высота, км



Вертикальное строение атмосферы Земли и изменение с высотой температуры воздуха.

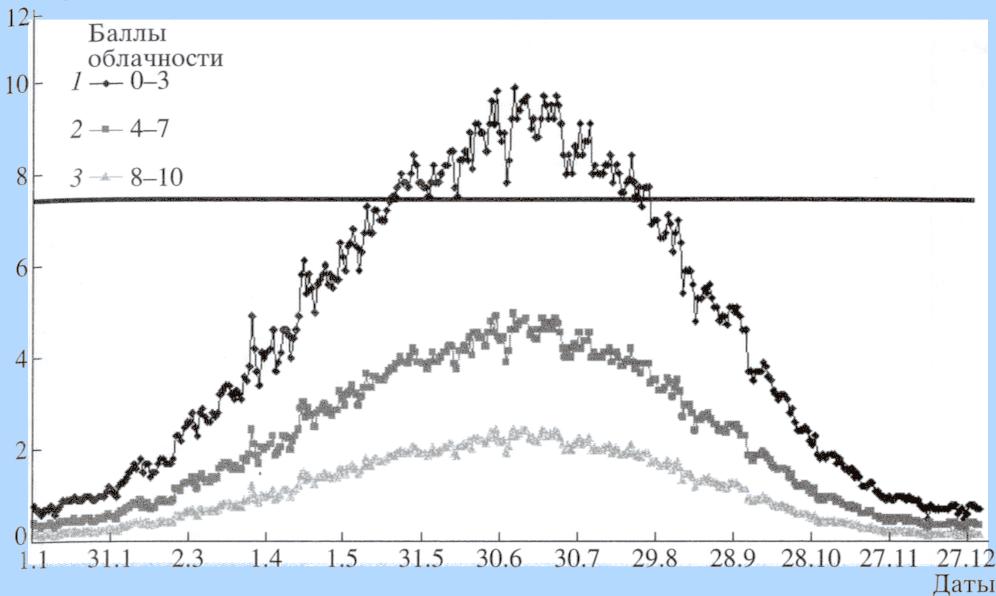
сферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы, совокупная деятельность живых организмов проявляется как геохимический фактор планетарного масштаба. Атмосфера — в значительной степени продукт деятельности

живого вещества биосферы. В частности, химический состав атмосферы формируется в биосфере, в том числе и главный жизнеобеспечивающий компонент атмосферы — кислород, содержание которого по объему составляет 20.95%. Кислород необходим живым организмам для потребления в разнообразных реакциях окисления. В теле человека содержится до 65% кисло-

рода. Если его недостает в атмосфере, нарушается деятельность всех внутренних органов человека, прежде всего легких, сердца, головного мозга.

Количество кислорода в определенном объеме воздуха (например, в 1 м<sup>3</sup>) меняется в зависимости от показателей температуры, давления воздуха, упругости водяного пара в нем. Организм человека очень чутко реагирует на

## Ультрафиолетовый индекс



содержание кислорода. Резкое его сокращение либо увеличение, особенно вызванное резким изменением погоды, может негативно повлиять на дыхательную, сердечно-сосудистую, обменную и связанные с ними другие физиологические функции организма человека. Оно может служить причиной плохого самочувствия и даже сосудистых и дыхательных кризов.

В стратосфере образуется крайне важный для сохранения жизни на Земле озоновый слой, который поглощает губительную ультрафиолетовую солнечную радиацию и сильно влияет на тепловые условия на поверхности Земли и физические процессы в тропосфере. Выше стратосферы, на высоте 50–80 км, простирается мезосфера; между 80–800 км расположена

термосфера. На высоте 400 км температура достигает  $1500^{\circ}\text{C}$ . В самой верхней части атмосферы (экзосфере) преобладают газы в атомарном состоянии, они рассеиваются в межпланетном пространстве. Каждый из слоев атмосферы выполняет определенную роль в обеспечении сохранения биосферы Земли.

### ФОРМИРОВАНИЕ ПОГОДЫ В АТМОСФЕРЕ

Атмосфера пропускает тепловое излучение Солнца и задерживает тепло, уходящее в космическое пространство. Она играет роль переносчика влаги на Земле и среды, в которой распространяются свет и звук.

“Кухня погоды” находится в самом нижнем слое атмосферы – тропосфере, и чем ближе к по-

*Безразмерный индекс ультрафиолетовой (УФ) радиации в Кисловодске в полдень при различной облачности. Горизонтальная линия – граница опасного для здоровья уровня УФ-облучения (по рекомендации Всемирной организации здравоохранения).*

верхности Земли, тем резче проявляется изменчивость погоды. Если бы не было атмосферы и Мирового океана, то погода определялась бы лишь режимом солнечной радиации в том или ином месте Земли и широтной поясностью. Тогда наблюдались бы резкие суточные контрасты температуры (от  $+100^{\circ}\text{C}$  днем до  $-100^{\circ}\text{C}$  ночью). Но у Земли, к счастью, есть атмосфера, которая предохраняет земную поверхность от чрезмерного охлаждения и нагревания, а неоднород-

ность нагревания Земли Солнцем, наличие суши, морей и океанов, гор, равнин, растительности создают разнообразие в состоянии атмосферы и климате на различных территориях нашей планеты.

Изменения погодных условий в атмосфере связано, прежде всего, с перемещением крупных воздушных масс от мест их зарождения (обычно это полюса или экватор) в другие широты. Находясь длительное время в районах полюсов и экваторов, огромные объемы воздуха над территориями в сотни тысяч и миллионы квадратных километров приобретают относительно однородные физические и химические свойства. Под влиянием различных физических сил, действующих в атмосфере, эти огромные воздушные массы начинают перемещаться через те или иные участки Земли, «сообщая» им климат своей родины.

Когда встречаются две разные воздушные массы, господствовавшая прежде вытесняется вновь прибывшей, не смешиваясь с ней. Теплый воздух, стремящийся вверх, более или менее перекрывает холодный. Но они не наслаиваются друг на друга, как вода и масло, а линия их раздела образует острый угол с поверхностью Земли. Метеорологи называют эту линию раздела на поверхности Земли атмосферным фронтом. Когда одна воздушная масса оттесняет другую, говорят о прохождении атмосферного фронта.

Тогда отмечают наиболее резкие изменения всего погодного комплекса (температура, давление, влажность воздуха), часто сопровождающиеся обильными осадками, сильными ветрами. На отдельных широтах при резко выраженных противодействующих воздушных массах могут возникать опасные и особо опасные атмосферные явления, обладающие высокой разрушительной силой: ураганы, смерчи, торнадо.

После прохождения атмосферного фронта устанавливается погода, характерная для той воздушной массы, которая сумела «отвоевать» территориальное пространство. В результате над поверхностью Земли происходит трансформация движущихся воздушных масс – постепенное изменение их свойств: полярные арктические или антарктические массы воздуха, смещаясь в более низкие широты, постепенно прогреваются, насыщаются водяным паром и приобретают черты воздушных масс умеренных широт. Экваториальные воздушные массы, наоборот, охлаждаются. Подстилающая поверхность, над которой перемещаются воздушные массы, оказывает влияние на ее физические свойства, нагревая или охлаждая ее. Воздушные массы, перемещающиеся над океанами, насыщаются влагой. При передвижении над сушей в такой воздушной массе образуются облака, выпадают интенсивные осад-

ки. Температура воздуха над морем в течение суток меняется незначительно. Над континентами воздух постепенно трансформируется в континентальный: он иссушается, облачность рассеивается, появляются высокие внутрисуточные контрасты температуры воздуха.

#### ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРЫ НА ЗДОРОВЬЕ

Доказано, что существует тесная связь между состоянием атмосферы и здоровьем человека. На человека непрерывно воздействуют температура воздуха, влажность и давление, скорость ветра, облачность, осадки, геомагнитная активность, электрическое поле атмосферы, ионизация воздуха, химический состав воздуха, загрязнители (попадающие в атмосферу в результате различных природных процессов и антропогенной деятельности). Определенные сочетания этих параметров погоды вызывают различные виды ответных реакций. Здоровый человек легко приспосабливается к довольно значительным изменениям состояния атмосферы, но только в определенных границах, за пределами которых могут возникать стрессовые ситуации или катастрофы (чрезмерная жара или холод – температура воздуха выше +40°C или ниже –40°C; ураганы; атмосферные вихри; крупный град; высокие перепады давления воздуха и др.).

Одни и те же воздействия внешней среды у разных людей вызывают неодинаковую ответную реакцию. У больного человека приспособительные возможности к воздействию атмосферных процессов ослаблены, поэтому он более чувствителен к ним.

Исследуя чувствительность человека к изменению температуры воздуха при переменах погоды, врачи установили, что терморецепторы кожи ощущают отклонение температуры воздуха от климатической нормы на 8°C и более, а порогом чувствительности на внутрисуточную амплитуду температуры воздуха (разность между максимальной и минимальной температурой воздуха, отмечаемой в течение суток) признана градация 12°C и выше.

#### МЕТЕОПАТИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ

Барорецепторы человека, ответственные за приспособляемость организма к изменениям давления атмосферы, четко реагируют даже на кратковременное изменение давления воздуха в свободной атмосфере, порог этой чувствительности составляет 6–9 мм рт. ст. за 12 ч. Но если здоровый человек такую перемену давления переносит удовлетворительно, то при нарушениях функций сердечно-сосудистой системы изменения давления воздуха, особенно в сочетании с резкой переменной других факторов погоды,

может негативно отразиться на состоянии здоровья.

До 60% сердечно-сосудистых катастроф у людей связаны с изменением погодных условий. Крайне неблагоприятны погодные условия, в которых отмечается одновременное резкое понижение атмосферного давления (на 9 мм рт. ст. и более), повышение влажности (парциальное давление водяного пара 14 мм рт. ст. и более) и температуры воздуха (на 12° и более), приводящие к резкому снижению содержания кислорода. При таких условиях у людей довольно часто возникают реакции гипоксического типа. У гипертоников повышение артериального давления может следовать за ростом атмосферного давления, с которым обычно сочетается резкое снижение или повышение температуры воздуха и увеличение влажности воздуха.

Физиологические реакции, появляющиеся у людей в связи с неблагоприятными погодными условиями, получили название метеопатических реакций (МПР). МПР носят, как правило, временный (преходящий) характер и проявляются возникновением различных патологических реакций.

МПР обычно связаны с генетическими механизмами болезни. Например, при гипертонической болезни МПР чаще всего проявляются повышением артериального давления и связанными с этим

субъективными ощущениями, входящими в симптомокомплекс гипертонического криза. При ишемической болезни сердца преобладают приступы сердечных болей, коронарораспизм, вплоть до развития инфаркта миокарда. При легочных заболеваниях МПР проявляются чаще всего в виде одышки, кашля, бронхоспазма, а в тяжелых случаях – пневмонии. При ревматизме это могут быть боли в суставах, в области сердца.

#### РОЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

В последние годы появились доказательства, что в МПР определенную роль играет аэрозольное и газовое загрязнение приземной атмосферы, даже если оно не достигает предельно допустимой концентрации (ПДК).

Негативная роль самого незначительного аэрозольного загрязнения атмосферы (порядка 0.3–0.6 ПДК) особенно заметна при высокой температуре воздуха (25°C и выше). Тогда преобладают в атмосфере положительные ионы над отрицательными (в два и более раза), и возникает явление температурной инверсии при малых скоростях ветра. Электрическое поле атмосферы тоже оказывает влияние на характер и направленность различных биохимических процессов в организме человека. Особенно неблагоприятно сочетание увеличения аэрозольного загрязнения атмосферы и концентрации положитель-

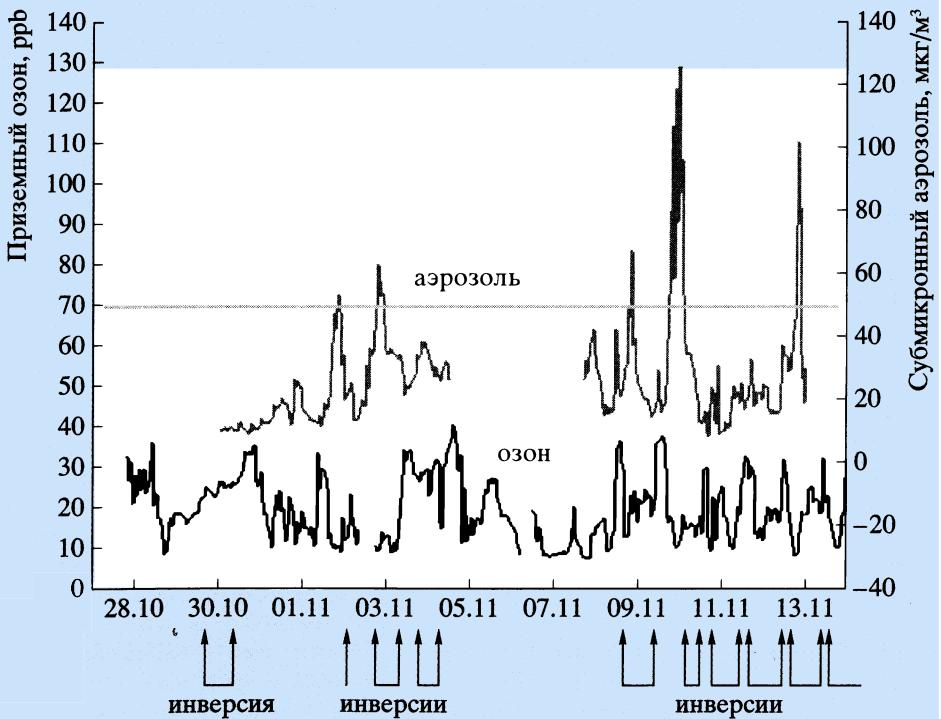
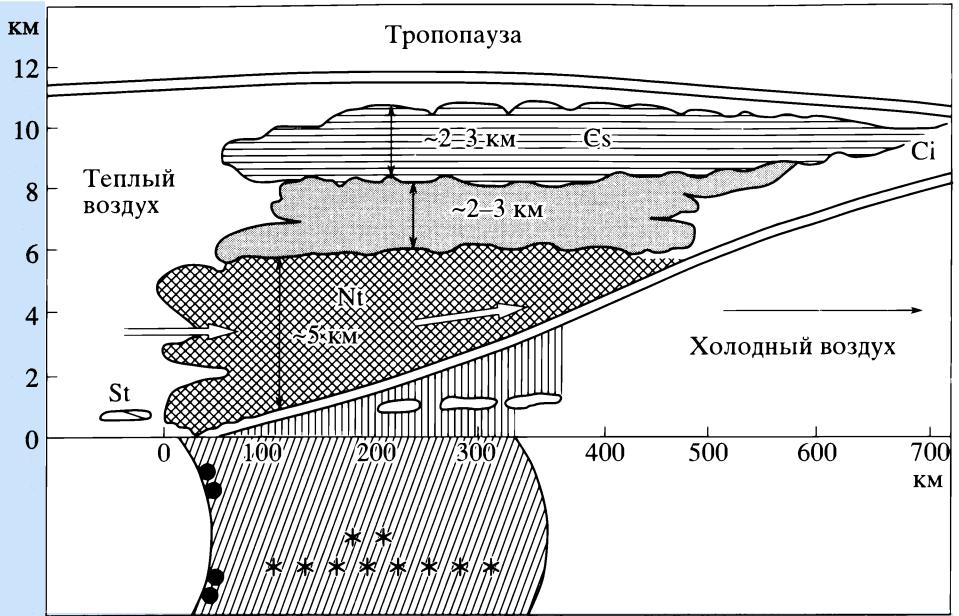


Схема теплового атмосферного фронта, при продвижении которого теплый воздух занимает место отступающего холодного воздуха. При восхождении теплого воздуха по пологой фронтальной поверхности образуется мощная облачная система, начинающаяся перистыми и перисто-слоистыми облаками (Сi, Cs) и завершающаяся слоистыми (St) и слоисто-дождевыми (Nt), с которыми связано выпадение интенсивных осадков. Прохождение фронта сопровождается резкими перепадами температуры (до 10°C и более).



ных ионов. Аэрозоли способствуют поглощению взвешенных аэрозольных загрязнителей гемоглобином крови в процессе дыхания человека.

Для наиболее распространенных аэрозольных загрязнителей ученые Института физики атмосферы им. А. М. Обухова РАН выявили критерии оценки умеренных, высоких и очень высоких уровней отклонения от фона концентрации озона, диоксида азота и субмикронного аэрозоля.



Концентрация субмикронного аэрозоля и озона в приземном слое воздуха в Кисловодске в период с 28 октября по 13 ноября 2005 г. Горизонтальная линия – предельно допустимая концентрация субмикронного аэрозоля для курортов Кавказских минеральных вод. Внизу – дни с инверсией температуры, способствующей накоплению в воздухе загрязняющих примесей.

Таким образом, состояние атмосфер, атмосферные процессы и явления определяют условия жизнедеятельности человека, его самочувствие, состояние комфорта или дискомфорта.

#### ПРЕДСКАЗАНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ

Для предотвращения неблагоприятных воздействий перемены погоды необходимо своевременно проводить метеопрофилактику. Необходим особый подход к выбору мер метеопрофилактики. Например, в одних случаях человеку достаточно вовремя уменьшить физическую нагрузку. В других случаях необходимо назначение тех или иных медикаментозных средств.

Но есть ряд мер, которые могут быть полезны практически всем. Например, природная аэрофитотерапия в лесу и парках, вдыхание отрицательных аэроионов у источников природной ионизации воздуха или использование приборных аэроионизаторов и т.д. Соблюдение простых принципов жизни может значительно повысить устойчивость организма к воздействию факторов внешней среды. А срочная метеопрофилактика больных людей в период неблагоприятной погоды позволит предупредить появление МПР, ухудшение самочувствия и осложнение болезни.

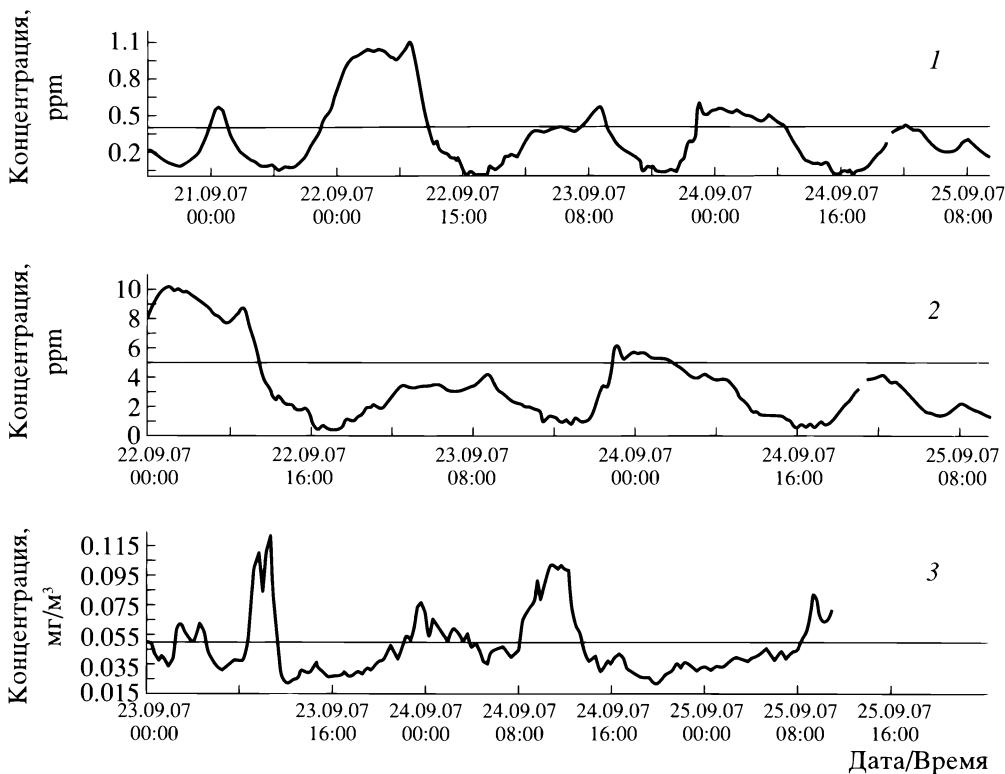
Для климата России характерны контрастная смена погодного режима,

сочетание неблагоприятных климатических условий дважды в году – зимой и летом, что способствует ухудшению состояния здоровья лиц, страдающих сердечно-сосудистыми, респираторными и другими заболеваниями. Воздействия изменений климата на здоровье населения различны для жителей разных регионов России, сельских и городских, а также различных возрастных групп.

В связи с этим чрезвычайно важным становится решение задач, связанных с оценкой влияния климатических и метеорологических вариаций различного пространственно-временного масштаба на состояние здоровья больных с заболеваниями сердечно-сосудистой системы.

Проведенные в последние десятилетия комплексные климато-медико-физиологические исследования выявили высокую чувствительность людей с заболеваниями органов кровообращения, дыхания, нервной системы, пищеварения к воздействию погодных условий, гелиогеофизических факторов и содержания примесей в приземной атмосфере. По данным Всемирной организации здравоохранения, с 60-х гг. XX в. и по сей день болезни сердечно-сосудистой системы являются причиной летальных исходов более половины всех умерших.

При неблагоприятной погоде метеопатические реакции развиваются не только у больных, но и у 35–45% практически здо-



Зависимость концентрации оксида азота (1), угарного газа CO (2) и аэрозоля размером менее 10 мкм (3) от времени. Горизонтальные линии – ПДК соответствующих загрязнителей.

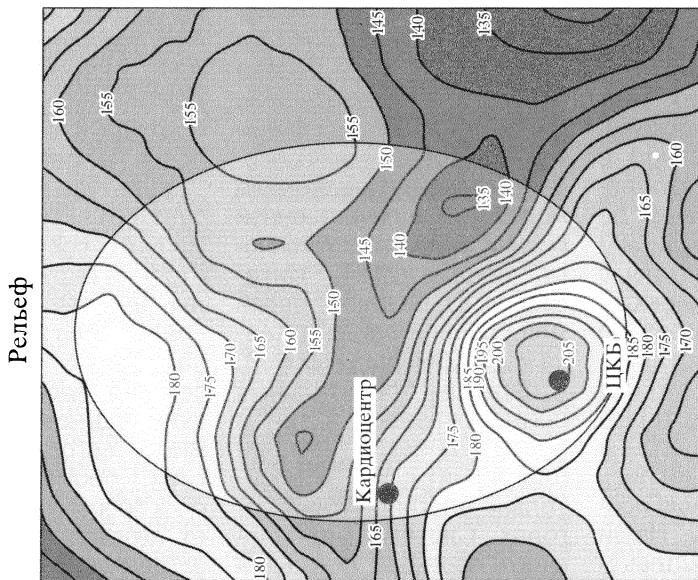
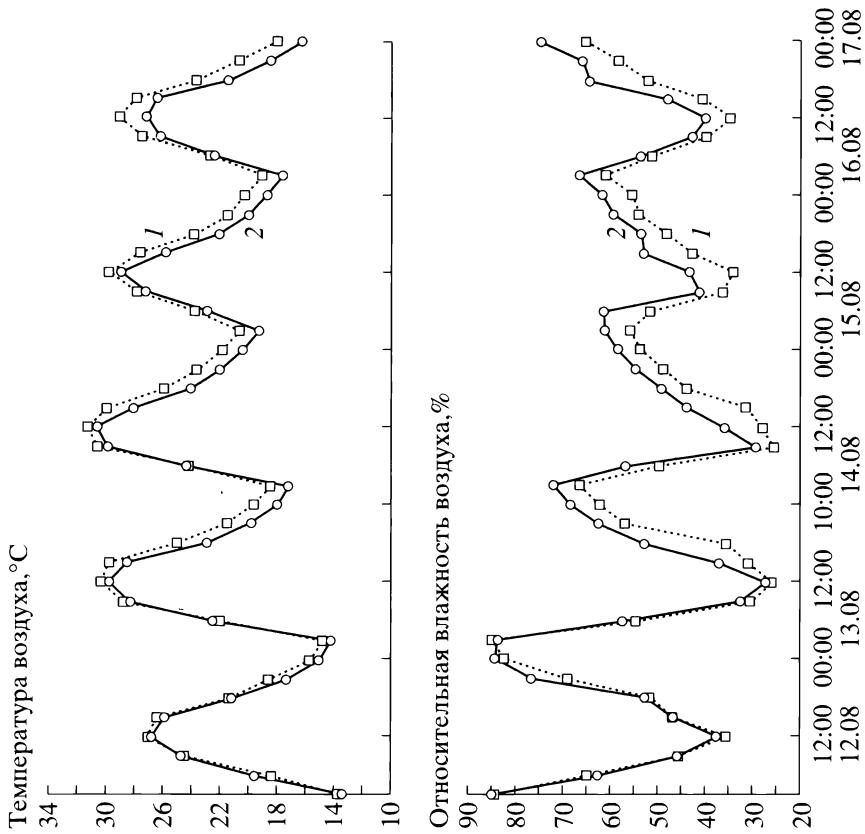
ровых людей, если они обладают повышенной метеосклонностью. Генетическая склонность к атеросклерозу может проявиться при взаимодействии с факторами внешней среды, в том числе метеотропными. Биотоки, электромагнитные и фотонные взаимодействия между клеточными структурами человеческого организма формируют высокую чувствительность и зависимость здоровых и особенно больных людей к гелиофизиче-

ским и метеоклиматическим погодным условиям.

К настоящему времени установлено, что изменения климата, связанные с природными и антропогенными факторами, влияют на условия жизни и здоровье человека, на формирование патологий. В мировой бальнеологической курортной практике разработаны критерии биоклиматического потенциала, которые включают пофакторную медицинскую оценку основных метеорологических параметров. Каждый метеорологический параметр подразделяется по характеру биологического воздействия на адаптационные системы человека. Он может быть щадящим (благоприятным), тогда это –

3 балла, тренирующим (относительно благоприятным) – 2 балла и раздражающим (неблагоприятным) – 1 балл. При расчете биоклиматического потенциала (в баллах) определяют, к какой категории медико-климатических условий относятся те или иные биоклиматические характеристики. Сумма баллов делится на количество рассмотренных биоклиматических параметров, в результате получают интегрированную оценку биоклиматических условий.

Метеочувствительность как проявление дезадаптации к меняющимся погодным условиям – эволюционно сформировавшееся свойство человеческого организма. Ее кли-



Справа – различия прогнозов температуры и относительной влажности воздуха для двух пунктов в пределах Москвы 12–17 августа 2007 г.: 1 – Кардиоцентр им. А.Л. Мясникова, 2 – Центральная клиническая больница РАН. Слева – местоположение этих пунктов с учетом рельефа местности.

нико-физиологическая манифестация характерна для многих заболеваний, в развитии которых определенную роль играет нарушение адаптационных механизмов.

Следует отметить, что если вопросы диагностики метеопатических реакций и метеочувствительности более или менее решены, то принципы профилактики метеотропных реакций при различных хронических заболеваниях требуют дальнейшего уточнения. Поэтому крайне важно определение критериев, отражающих физиологические и метеопатические реакции. Отметим, что такого типа методики с учетом дифференцированного подхода к различным регионам были подготовлены еще в 70–90-х гг. прошлого века под руководством профессора И.И. Григорьева для значительной части территории СССР. Эту работу продолжил профессор Российского государственного медицинского университета К.И. Григорьев. Под его руководством в 2003 г. было подготовлено пособие для врачей по составлению медицинских прогнозов погоды с акцентом на особенности Московского региона и каждого пункта в отдельности. При этом учитывались только некоторые атмосферные процессы и явления и не учитывались процессы загрязнения приземной атмосферы. Наши многолетние комплексные исследования указывают на возможность объективной оценки болез-

ненного реагирования на погодные, геофизические и антропогенные факторы (аэрозольное загрязнение атмосферы).

На опасное влияние атмосферных загрязнений на больных, страдающих кардиосклерозом, гипертонической болезнью и т.д., в середине 80-х гг. обратил внимание первый директор Института физики атмосферы АН СССР академик А.М. Обухов. Удалось установить стилизованные пределы чувствительности человека к воздействию различных метеорологических величин и их сочетаний или своего рода “критерии” биотропного действия различных элементов погоды. Создана система оперативного медицинского прогноза погоды, предусматривающая синоптико-метеорологический мониторинг, оперативное выявление биотропных погод и гелиогеомагнитных аномалий и оповещение медицинских учреждений курортов и отдыхающих с целью проведения плановой и экстренной метеопрофилактики. Предложена модель количественной оценки индекса патогенности погоды (ИПП). Интеграл ИПП, разработанный для условий региона Кавказских Минеральных Вод, в периоды “фронтальных погод” оказался в три и более раз выше, чем при благоприятных и относительно благоприятных погодах. Система медицинского прогноза погоды и модель ИПП в настоящее время апробируется в московском регионе с це-

лью уточнения методики предсказания неблагоприятных типов погоды для мегаполисов.

Сегодня продолжают работу в рамках программы фундаментальных исследований Президиума РАН “Фундаментальные науки – медицине”. Одно из направлений Программы – “Атмосфера и здоровье”.

Именно в академическом подходе к решению такой сложной комплексной проблемы мы видим возможность получения высококачественного научного продукта, включающего все аспекты воздействия атмосферных процессов на состояние здоровья населения.

Наши исследования и идеи в области физики атмосферы можно использовать при создании в России принципиально новой системы управления динамикой здоровья населения. Она построена на основании предложенного академиком РАМН А.Н. Разумовым профилактического принципа подхода к вопросам здоровья человека.

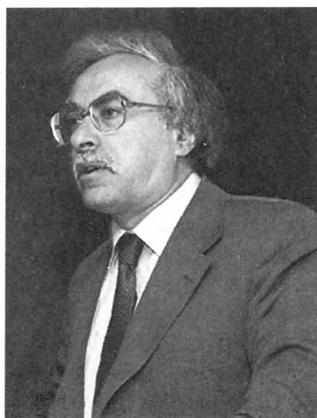
Культура здоровья требует объективной информации о современном состоянии окружающей среды, и в первую очередь среды обитания человека. Такую информацию сегодня несет “медицинский прогноз погоды”. Помимо погодн-динамических, биометеорологических процессов он учитывает аэрозольное и газовое загрязнение приземной атмосферы и комплекс процессов, влияющих на организм человека.



## Чем грозит нашему здоровью изменение климата

Б. А. РЕВИЧ,  
доктор медицинских наук  
Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН

*Совет по внешней и оборонной политике и Высшая школа экономики в 2007 г. издали монографию “Мир вокруг России: 2017. Контуры недалекого будущего”, в которой наряду с основными мировыми проблемами рассматриваются проблемы современного потепления климата. Это глобальное явление, естественно, ощущается и в России. Как и во всем мире, у нас из года в год неуклонно возрастают среднегодовая температура и число ее аномальных отклонений. Тенденция особенно заметна с 70-х гг. XX в. По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), климатические изменения в настоящее время стали причиной примерно 150 тыс. преждевременных смертей в мире (0.3% от общего числа*

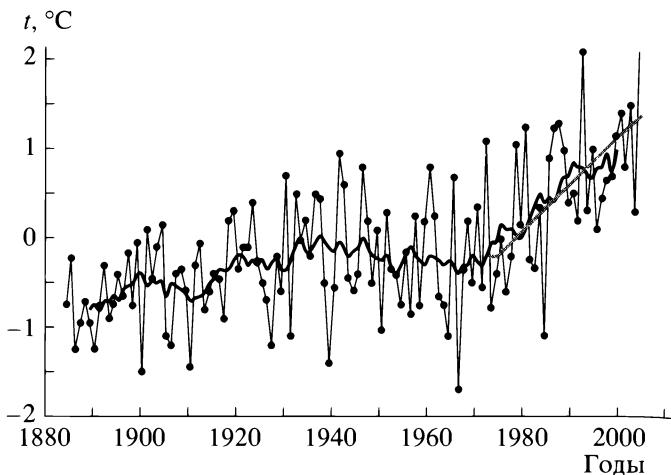


*смертей). Впервые за десятилетия существования Межправительственной группы экспертов по изменению климата в ее 4-м Докладе (2008) особое внимание было уделено вопросам оценки последствий изменения климата для здоровья населения нашей планеты. Эта проблема, как одна из важнейших, рас-*

*сматривалась в отдельной главе – “Здоровье” (Б.А. Ревич был в 2003–2008 гг. членом авторского коллектива главы).*

*Влияние изменения климата на здоровье человека разнообразно. Происходит как прямое влияние за счет увеличения числа дней с аномально высокими и/или низкими температурами, числа наводнений, штормов, тайфунов, так и косвенное, опосредованное влиянием экологических или социально-экономических факторов (увеличение площади засушливых земель, уменьшение объемов доброкачественной питьевой воды и т.д.). С изменением климата связано учащение экстремальных метеорологических явлений, неблагоприятно воздействующих на здоровье населения.*

Аномалии среднегодовой температуры приземного слоя воздуха в России за 1886–2007 гг. (из Доклада Росгидромета об особенностях климата, 2008). Резкое повышение температуры наблюдается с начала 70-х гг. XX в.



### ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

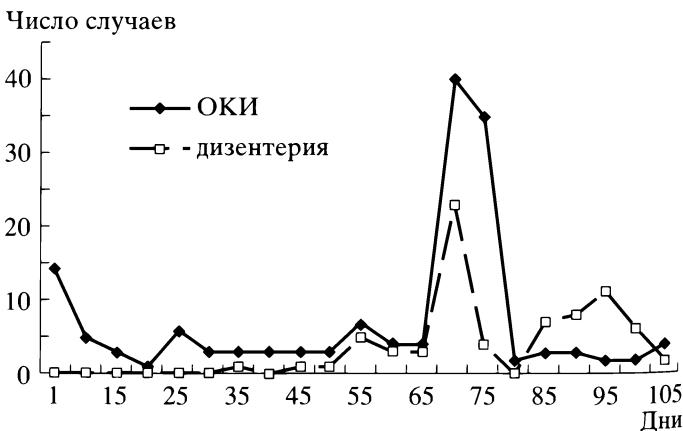
От наводнений, штормов, тайфунов, ураганов в России ежегодно гибнет до 1 тыс. человек. Число таких катастрофических явлений непрерывно возрастает. В последние годы от наводнений в наибольшей степени пострадало население Якутии, Ставропольского и Краснодарского краев, Приморья. Ожидается увеличение числа наводнений в Санкт-Петербурге, на Северном Кавказе, Дальнем Востоке, в бассейнах рек Лена и Енисей. Крупные наводнения представляют значительную угрозу системам жизнеобеспечения населенных пунктов и, соответственно, эпидемиологической безопасности. Например, в результате наводнения 2001 г. в г. Ленске (Саха-Якутия) были разрушены инженерные сети, что привело к росту заболеваемости ди-

зентерией и острыми кишечными инфекциями.

Природные катаклизмы влекут за собой и такие непрямые последствия, как увеличение численности комаров в результате затопления территорий, активизацию клещей и других переносчиков инфекций, увеличение периода их потенциальной инфекционной опасности, нарушение нормальной работы водопроводно-канализационных сооружений. В связи с этим возрастает и риск повышения кишечной инфекционной заболеваемости.

В XXI в. может усиливаться засушливость на юге Европейской России, на водосборных территориях рек Дон, Днепр, Волга и Урал, но рассматривается и вариант засухи в более высоких широтах. Опустынивание приводит и к увеличению количества пыли, перемещаемой с пустынных и полупустынных территорий. При определенных условиях атмосферной циркуляции загрязнители, включая аэрозоли, окись углерода, озон, пустынную пыль, грибковые споры, бактерии и пестициды, могут

Заболеваемость дизентерией и острыми кишечными инфекциями (ОКИ) в мае-августе 2001 г. в результате наводнения в Ленске (Республика Саха-Якутия). Пики заболеваний пришлись на дни с наводнением.





*Тепловая волна в период с 28 июня по 6 сентября 2001 г. в Москве и общая смертность для всех возрастов.*

распространяться на значительные расстояния. Смертность, особенно от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний, повышается в дни, следующие за пыльными бурями.

Изменение климата — известный фактор риска возникновения пожаров, негативные последствия которых очевидны. В результате горения торфяников концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городов повысилась в несколько раз. Загрязнение атмосферного воздуха продуктами горения приводит к обострению хронических заболеваний органов дыхания, особенно у детей, включая пневмонию, заболевания верхних дыхательных путей, астму и хронические заболевания легких.

#### ЭКСТРЕМАЛЬНО ВЫСОКИЕ И НИЗКИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

Современное изменение климата в сторону потепления сопровождается увеличением числа дней с аномально высокой температурой. Устойчивая, продолжительная жаркая погода вызывает увеличение смертности и заболе-

ваемости сердечно-сосудистыми заболеваниями. В августе 2003 г. период интенсивной жары повлек за собой до 44 тыс. смертей в Европе. Наиболее высоки были показатели смертности среди пожилых людей, страдающих хроническими заболеваниями сердечно-сосудистой системы, органов дыхания, диабетом, и жителей верхних этажей зданий. В жаркие дни наблюдается также обострение различных сердечно-сосудистых заболеваний, например стенокардии, с появлением болей в грудной клетке, головной боли, головокружения, тошноты, чувства усталости и т.д. К группам наибольшего риска относят детей младшего возраста, людей пенсионного возраста, лиц профессиональная деятельность которых связана с длительным пребыванием на открытом воздухе и всех, кто обладает низким уровнем доходов. Группой риска являются также люди, живущие или работающие в своего рода «островах тепла» крупных городов.

Местные факторы, такие как климат, топография, размеры теплового

острова, относительная численность пожилых людей, важны при определении связи температуры и смертности населения. Высокие температуры воздуха оказываются причиной от 1 до 10% смертей ежегодно среди старших возрастных групп в Европе, хотя и сохраняется большая доля неопределенности. Впервые в европейской части России оценка влияния повышенных температур воздуха на смертность населения по методу временных рядов автором проведена в Твери. В результате выявлена зависимость числа обращений за экстренной медицинской помощью, случаев смертности (как общих, так и обусловленных рядом специфических причин — травмы, утопления, самоубийства) от температуры воздуха в летний период. При увеличении максимальной дневной температуры на 10°C число обращений и смертность от отдельных причин возростали на 100%, а общая смертность — на 8%. Установлено, что для Твери прирост максимальной суточной температуры на каждые 10°C дает примерно один случай дополнительной смерти ежедневно. Последующие работы нашей лаборатории в Москве, основанные на анализе ежедневных показателей смертности и

температуры за шесть лет, выявили, что показатели смертности от хронических заболеваний нижних дыхательных путей в разные сезоны различаются вдвое. Для пожилых людей в возрасте 75 лет и старше максимальная зимняя смертность, усредненная за 30 дней, была в 2.8 раза больше минимальной летней. Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний имеет ярко выраженный сезонный характер во всех возрастных группах, кроме возраста до 59 лет. Для всех возрастных групп средние показатели смертности за изучаемый период были минимальными в августе и максимальными в январе, причем разность между ними составила до 31% для ишемической болезни сердца и до 35% для инфаркта мозга (инсульта). Наибольшая доля (54%) в повторяемости смертности от данных причин приходится на возрастную группу 75 лет и старше, поэтому сезонное поведение показателей смертности для всех возрастов определяется доминирующим вкладом именно этой группы.

Наиболее явно изменения климата видны при изучении тепловых волн. В июле 2001 г. Москва пережила необычайно продолжительную волну тепла, во время которой среднесуточные температуры превышали порог 25°C в течение девяти дней подряд. В максимуме этой волны суточная смертность достигла рекордно высокого зна-

чения: она превысила среднее многолетнее июльское значение на 93%. Для сравнения укажем, что во время знаменитой “чикагской жары” в 1995 г. число среднесуточных смертей превысило фоновый уровень на 85%. Однако количественной мерой воздействия волн тепла и холода на смертность служит не пиковая, а кумулятивная, то есть усредненная за период волны, избыточная смертность. Она может быть установлена отдельно для каждой вызывающей ее причины и определенной возрастной группы по отношению к ожидаемому среднему многолетнему значению за данный календарный период. Эта волна привела к четко выраженному и статистически-значимому эффекту всплеска показателя смертности во всех возрастных группах. Абсолютная дополнительная смертность во время рассматриваемой тепловой волны составила 1177 случаев. Другая тепловая волна в Москве, в 2002 г., была не столь продолжительной, суммарная дополнительная смертность оказалась в четыре раза меньше, чем во время более продолжительной тепловой волны 2001 г.

При изменении климата “климатические качели” раскачиваются более резко, что приводит к увеличению числа экстремальных метеорологических ситуаций: волны тепла сменяются волнами холода. Последствия холодной волны наглядно демонстрирует ситуация в янва-

ре-феврале 2006 г., когда в Москве аномально низкие температуры наблюдались в течение 26 дней. Они вызвали повышенную смертность населения среди пожилых людей. Такие холода в Москве не могут повторяться чаще, чем один раз примерно в 10 лет.

#### РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Потепление климата изменяет условия существования популяций переносчиков и условия развития в них возбудителей. В результате возрастают возможности передачи многих болезней человека и животных, распространяемых насекомыми-переносчиками. Произошедшие на территории России в XX в. изменения климата оказали влияние на распространение природно-очаговых инфекций, воздействуя на границы ареалов возбудителей, переносчиков и хозяев, а также на характер размещения очагов в пределах ареала. Влияние климатических факторов на природно-очаговые инфекции происходят на фоне действия других различных факторов не климатической природы – экологических, демографических и социально-экономических. В частности, заболеваемость клещевым энцефалитом зависит от объемов вакцинации, подавления очагов методами неспецифической профилактики, от учащения контактов населения, в первую оче-

редь городского, с возбудителями и переносчиками на садово-огородных участках. Сказываются циклические колебания численности переносчиков.

Современная эпидемиологическая ситуация характеризуется значительным ростом числа людей, укушенных клещом, а в некоторых регионах происходит и возрастание случаев заболеваний энцефалитом, причем одна из ведущих причин – смягчение и увлажнение климата. Профессор А.Н. Алексеев из Зоологического института РАН считает, что потепление климата способствовало смещению границы распространения переносчиков клещевого энцефалита на северо-восток европейской территории России и Сибири и расширило период их активности. Это подтверждают и работы доктора Ю.С. Короткова с соавторами (Институт полиомиелита и вирусных энцефалитов им. М.П. Чумакова РАМН), показавшие на основе анализа данных в заповеднике Красноярского края, что при потеплении увеличивается продуктивность лесных биогеоценозов, ускоряется процесс развития клещей, увеличивается период их активности, растет численность животных, на которых клещи кормятся.

В качестве причин, приведших к росту заболеваемости клещевым энцефалитом, называют также антропогенное трансформирование естественных ландшафтов – освоение

лесных массивов под дачные участки.

Другая группа инфекционных заболеваний, численность которых растет с потеплением климата, – различного типа геморрагические лихорадки, переносчиками которых являются комары. Для этих заболеваний характерна высокая температура, тяжелая форма заболевания протекает как менингоэнцефалит, при котором возможны летальные исходы. В южных районах нашей страны ранее периодически регистрировались отдельные случаи заболевания геморрагической лихорадкой, известной как “крымская”, но в последние годы число заболевших резко увеличилось и явно прослеживается продвижение очагов этого заболевания на север. Эффективная противоэпидемическая программа на территории Ставропольского края, где происходит усиление природного очага этого заболевания, позволила в условиях беспрецедентной его активности минимизировать риск заражения медицинского персонала и снизить летальность среди больных. Профессор А.Е. Платонов (ЦНИИ эпидемиологии) проанализировал, как влияет потепление климата на распространенность очень опасной разновидности этой болезни – геморрагической “лихорадки Западного Нила”. В 1999 г. произошла эпидемическая вспышка этой болезни в Волгоградской и Астраханской областях, где пришлось госпитализировать

соответственно 394 и 95 человек, что на порядок больше, чем прежде. Вспышка связана с тем, что этот год был самым теплым в XX в. В очень теплом 2007 г. “нильской лихорадкой” заболели 54 человека в Волгоградской области, 41 – в Астраханской и 11 – в Ростовской области, единичные случаи отмечены в Новосибирской области. Жаркая погода создала идеальные условия для размножения комаров.

Одно из основных глобальных негативных последствий потепления климата – значительный рост числа случаев заболевания малярией, особенно в жарких странах. В России это заболевание встречается достаточно редко, но в условиях потепления возможно расширение ареала малярии и замещение северных популяций южными. Подобная трансформация эпидемиологической обстановки произошла в московском регионе. Как показала В.А. Миронова (кафедра медицинской географии МГУ), в результате повторяемости подряд нескольких эпидемиологических сезонов с установившимися необычно рано высокими среднесуточными температурами, резко увеличилось число случаев малярии.

#### РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ

На юге европейской части России, юге Урала в летний период возможны

существенный рост температуры воздуха и снижение количества осадков, что может привести к увеличению земледельческих площадей, подверженных засухе. Ускоряются процессы опустынивания, возрастает количество пыли, уносимой ветром с пустынных пространств. И, как следствие, растут заболеваемость и смертность населения.

При определенных условиях атмосферной циркуляции загрязнители (аэрозоли, окись углерода, озон, пылинки, грибковые споры, бактерии и пестициды) могут распространяться на значительные расстояния. Другие социальные последствия – это недостаток воды для питьевых и санитарно-бытовых целей, засоление почв, используемых для земледелия, недостаток местных продуктов питания. В настоящее время в некоторых районах Калмыкии среднесуточное потребление воды на 1 жителя составляет всего 7–10 литров. Во время засухи возможно увеличение числа инфекционных заболеваний, так как она влияет на условия передачи некоторых заболеваний, переносимых комарами. Другие факторы, связанные с засухой, которые могут привести к кратковременному увеличению риска вспышек инфекционных заболеваний, – это застои и заражение дренажных каналов и маленьких рек.

На севере России ожидается значительное повышение температуры

воздуха и мерзлых грунтов. О.А. Анисимов с группой сотрудников (Гидрологический институт Росгидромета) рассчитали, что в середине XXI в. приповерхностная температура многолетней мерзлоты повысится. На территории Западной Сибири и Якутии – на 1.5–2°, на Чукотке и в северных регионах Дальнего Востока – на 1.0–2.0°. В ближайшие 15–20 лет общая площадь вечной мерзлоты может сократиться на 10–12%, при этом ее граница сместится к северо-востоку на 150–200 км. Эти явления представляют определенную эпидемиологическую опасность, так как возникает риск деформации инженерных водопроводно-канализационных систем.

Потепление климата оказывает неблагоприятное влияние на состояние здоровья и отражается на сохранении традиционного природопользования коренных народов Севера. Наиболее детально это явление изучено в Северной Канаде, где во время аномально высоких температур воздуха (до 30°) у пожилых людей наблюдались изменения функции внешнего дыхания. На этих территориях из-за потепления климата возникли также проблемы с хранением продуктов питания, в результате чего возросла повторяемость кишечных инфекционных и паразитарных заболеваний. Все чаще несчастные случаи происходят во время охоты и рыбной ловли: люди проваливаются на

тонком льду рек, озер и морей.

Согласно нашим расчетам, потепление климата может привести к 4–29 тыс. дополнительных случаев смерти. А когда еще больше увеличится число дней с аномально высокой температурой, возрастет и число случаев климатообусловленных смертельных исходов. Потепление климата можно рассматривать как одну из угроз демографическому состоянию страны и как фактор риска, приносящий экономический ущерб.

Для уменьшения негативных социальных последствий потепления климата необходим комплекс профилактических мероприятий. Весьма интересен в этом плане опыт Франции. Гибельные последствия жары августа 2003 г. обсуждались во французском парламенте, в одном из решений которого были отмечены недостаточно быстрая реакция министерства здравоохранения и его ограниченные возможности, недостаток квалифицированных экспертов, слабый обмен информацией между ведомствами и общественными организациями. Министерство здравоохранения Франции предложило специальный план действий во время жары, в котором, кроме прочего, приведены уровни ее опасности для здоровья населения. Он включает интенсивное формирование органов здравоохранения и СМИ о правилах поведения во

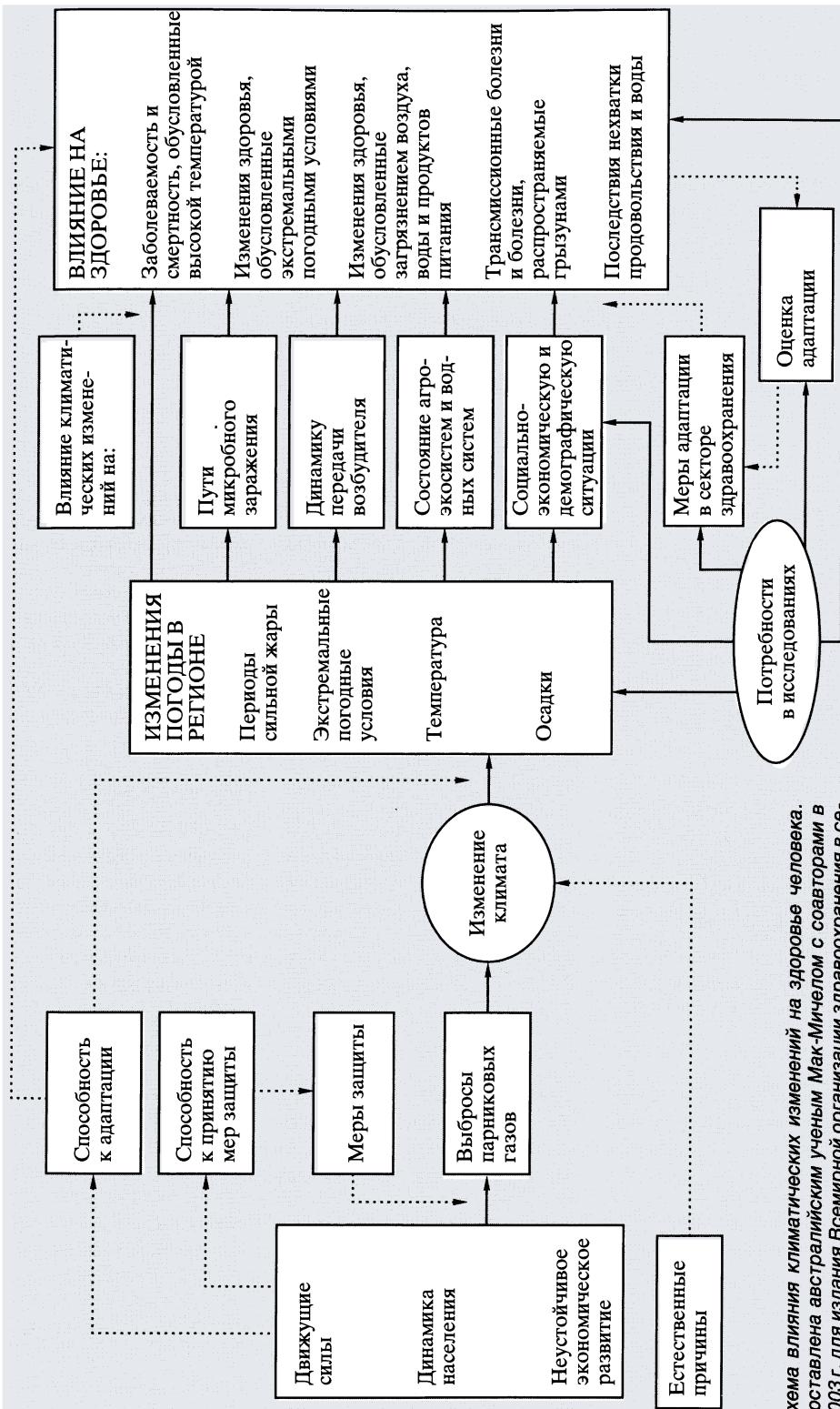


Схема влияния климатических изменений на здоровье человека. Составлена австралийским ученым Мак-Мичелом с соавторами в 2003 г. для издания Всемирной организации здравоохранения в серии "Здоровье и глобальное изменение" (Женева, 2005).

время жары, организацию работы скорой медицинской помощи, патронирование пожилых людей и пациентов с тяжелыми сердечно-сосудистыми заболеваниями и заболеваниями органов дыхания. Организуются комнаты с кондиционированным воздухом в домах престарелых и учреждениях здра-

воохранения, за счет бюджета покупаются кондиционеры для социальных учреждений, устраивается дополнительное оснащение службы скорой медицинской помощи и проводятся многие другие мероприятия. Многие государства Европы также разработали планы предотвращения негативного влия-

ния жары на здоровье населения.

Подобные планы, по видимому, следует создавать и в нашей стране, в первую очередь в мегаполисах и наиболее уязвимых южных и приарктических регионах с учетом их климатических особенностей.

---

## Информация

---

### **Сдвиги границ сезонов над материками и океанами**

Американские ученые А. Стайн и И. Фун (Калифорнийский университет в Беркли), а также П. Хайберс (Гарвардский университет в Кембридже, Массачусетс) собрали огромный массив информации о бореальной зоне Северного полушария, где особенно четко выражена сезонность климата. Они составили карты изменения сезонности в Северном полушарии, на которых видно, что в последние полвека смена сезонов над сушей наступает в среднем на 1,7 дня раньше, а над океанами – на 1 день позже, чем в предыдущие 50 лет. Сезонная амплитуда температур в среднем снизилась на 2,5°C. Ни одна из существующих моделей климата не в состоянии объяснить эффект такого сдвига. Ученые уверены, что первопричину следует искать в дея-

тельности человека, приведшей к заметному глобальному потеплению. Оно сказывается также на изменении параметров сезонов. На него указывают более ранние сроки прилета птиц и начала весеннего цветения, запаздывание листопада и прихода зимы, как правило более теплой, чем обычно. Отдельные наблюдения казались противоречивыми, пока их совокупность не подверглась строгой математической обработке.

В качестве базовых показателей сезонности были использованы среднемесячные температуры за вековой период на всех материках и над океанами. На их основе определены ежегодные фазы и амплитуды синусоидальной температурной кривой. Далее подсчитывалось соотношение фаз и амплитуды этой кривой и синусоидальной кривой инсоляции. Сопоставление обеих кривых позволяет определить скорость реакции климатообразующих систем Земли на изменение величины солнечной радиации. Это важнейшая интегральная характеристика сдвига сезонных изменений по отношению к солнечному земному циклу и разницы между амплитудами инсоляции и сезонных температур в Северном

полушарии. В течение 100 лет смена сезонов над океанами происходила медленнее и с меньшими амплитудами. Температуры остаются еще зимние, когда Солнце уже высоко стоит над горизонтом. Над материками наоборот: вслед за ростом инсоляции быстро сменяются хорошо выраженные сезоны. Такой контраст связан с большей инертностью атмосферных масс над океанами.

Ни одна из наиболее известных климатических моделей не в состоянии предсказать реальный сдвиг сезонных параметров. Это означает, что современная климатология недооценивает какой-то очень важный фактор.

Климатолог Д. Томсон (Королевский университет в Кингстоне, штат Онтарио, Канада) полагает, что все дело в прецессии. Но группа американских ученых (А. Стайн, И. Фун и П. Хайберс) настаивает на том, что первопричина всех климатических сдвигов, включая сезонные, – человеческая деятельность. Сезонные сдвиги стали наиболее заметны только в последние 25 лет, когда антропогенная нагрузка на планету многократно увеличилась.

*По материалам Интернета*



## Изменение климата, загрязнение атмосферы и здоровье населения

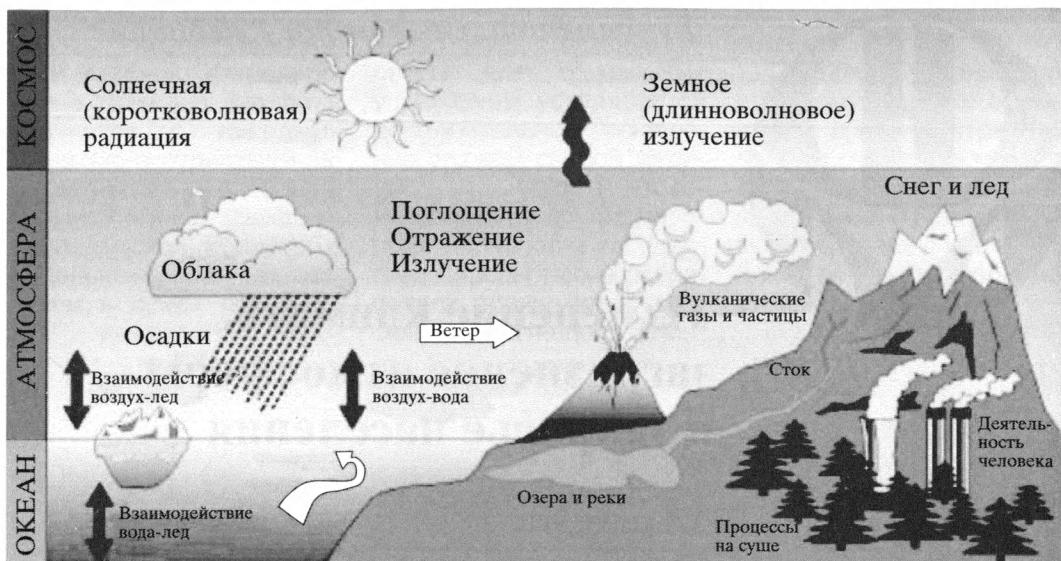
А. С. ГИНЗБУРГ,  
доктор физико-математических наук  
А. А. ВИНОГРАДОВА,  
доктор географических наук  
Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН

*В последние годы все большее внимание в России уделяется влиянию загрязнения окружающей человека среды, погодных и климатических явлений, различных геофизических процессов на физическое и психическое здоровье населения. Программа фундаментальных исследований Президиума РАН “Фундаментальные науки – медицине” объективно отражает этот процесс. В 2008 г. в ней появилось специальное направление – “Атмосфера и здоровье”, – призванное объединить экологические, погодно-климатические, геофизические и информационные аспекты фундаментальных медицинских научных исследований и со-*



*поставить их результаты. Все более активную роль в этих исследованиях играет Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, где уже более 20 лет проводятся экспериментальные и модельные исследования атмосферного*

*переноса воздушными потоками стойких экотоксикантов в арктические районы нашей страны. Тяжелые металлы попадают в воды Северного Ледовитого океана не только из атмосферы, но и с водами впадающих рек.*



## ЦЕЛИ РАЗВИТИЯ ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

Мировое сообщество в лице ООН выражает постоянную озабоченность сложившейся в мире ситуацией. Для решения глобальных проблем человечества ООН приняла в 2000 г. на Саммите Тысячелетия программу под названием "Цели развития тысячелетия", которая представляет собой план борьбы с бедностью и повышения уровня жизни в мире до 2015 г. Эта программа включает ряд чисто гуманитарных целей, таких, например, как охрана материнства и детства или борьба со СПИДом. Принят документ "Обеспечение экологической устойчивости", где, в частности, предлагается:

- включить принципы устойчивого развития в стратегии и программы государств и обратить

вспять процесс утраты природных ресурсов;

- уменьшить масштабы сокращения биологического разнообразия благодаря значительному снижению к 2010 г. его темпов;

- сократить вдвое число людей, не имеющих постоянного доступа к чистой питьевой воде и основным санитарно-техническим средствам.

Цели развития тысячелетия до 2015 г. и предложенные количественные характеристики их выполнения весьма амбициозны, однако, с точки зрения заботы о здоровье людей в усложняющихся социально-экономических и эколого-климатических условиях сама формулировка этих целей, несомненно, очень важна и своевременна.

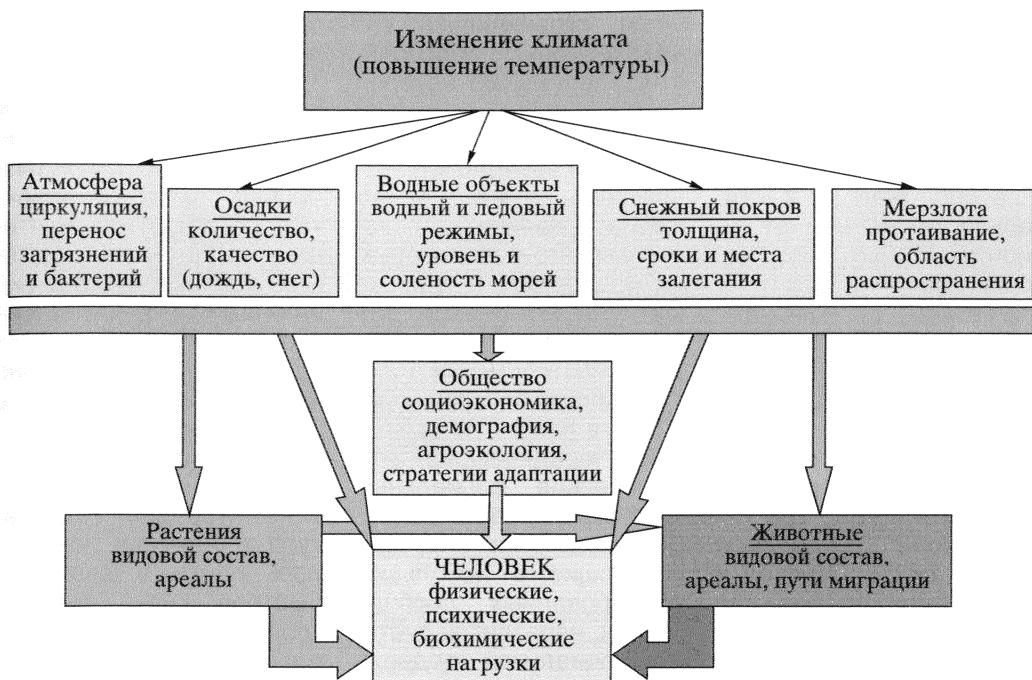
Изменение свойств и состава атмосферы за счет природных и антропогенных факторов ока-

*Климатическая система Земли, в которой практически все среды и объекты взаимосвязаны.*

зывает разнообразное и преимущественно негативное влияние на здоровье населения различных регионов России и других стран мира. Рост населения Земли и энергопотребления в мире и одновременно рост числа голодающих, деградация экосистем, загрязнение окружающей среды и неконтролируемое изменение климата создают новые и усиливают известные угрозы здоровью людей.

## КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Для оценки негативно-го воздействия особенностей и изменения климата на физическое и психиче-



*Эффекты в окружающей среде, вызванные изменением климата (в частности, повышением температуры воздуха), и пути их воздействия на образ жизни и здоровье человека.*

ское здоровье населения и поиска путей минимизации риска этого воздействия необходимо, прежде всего, понять, как эти факторы могут влиять на человека и его здоровье. При этом следует иметь в виду, что последствия изменения климата для здоровья населения различны, если речь идет о жителях разных регионов, сельской местности и городов, о разных возрастных группах и профессиях. Например, южане лучше адаптированы к жаре, а народы Севера – к холоду.

В результате широко-масштабных международных исследований глобального изменения кли-

мата и региональных аспектов этого процесса стало очевидно, что глобальное потепление меняет условия жизни и состояние здоровья населения в большинстве регионов мира. Основные сведения о воздействии климатических изменений на уязвимость и здоровье людей представлены в Докладах межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) и во множестве научных работ климатологов и медиков всего мира. Современные изменения климата и состояния атмосферы способствуют глобальной распространенности разного рода заболеваний и росту преж-

двременной смертности. Это связано как с изменениями погоды и условий существования экосистем, так и с изменениями количества и качества воды, воздуха и продовольствия, условий жизни и экономики. На раннем этапе упомянутые эффекты незначительны, но, согласно прогнозам, они будут постепенно возрастать во всех странах и регионах. Нельзя забывать и о стрессах и несчастных случаях при возникновении экстремальных явлений, которые уже сейчас стали более частыми.

Климатические воздействия на человека могут быть прямыми (например, таяние вечной мерзлоты

вызывает разрушение дома или дороги). Возможны и сложные цепочки воздействий. Так, всякого рода нарушения в неживой природе изменяют состав и распространение растительности, это меняет рацион животных, мясо которых человек употребляет в пищу. Если нарушились сроки снегозалега-ния или море затопило места гнездования и кормления каких-то птиц, то они меняют пути своих миграций и перестают прилетать туда, где их традиционно употребляли в пищу люди. Переход к новому типу питания, как известно, увеличивает риски появления рака, тучности, диабета и сердечно-сосудистых болезней. Повышение температуры в окружающей среде помогает выживать бактериям и вирусам, ранее не встречавшимся в этих местах, вследствие чего животные и человек заболевают новыми болезнями.

Климат изменяется на фоне многих других перемен, в том числе в обществе (рост населения, технологические инновации, либерализация торговли, урбанизация, стремление к самоопределению, развитие туризма и так далее). Последствия этих явлений сильно зависят от взаимодействия между ними. Некоторые из них будут усугублять влияние меняющегося климата, тогда как другие могут их ослабить. Какие-то изменения будут повышать способность человека адаптироваться к изменениям климата, другие же

будут ограничивать его адаптационные способности. Степень, до которой человек может сопротивляться, или порог, когда он станет уязвимым по отношению к изменениям климата, зависят от совокупных нагрузок, которым он подвергается, так же как и от его умения приспособиться к изменениям. В частности, на адаптационные свойства человека влияют политические, юридические, экономические, социальные и другие факторы.

Сельские жители, проживающие в небольших изолированных сообществах с неразвитой системой социальной поддержки, слабой инфраструктурой, плохо развитой общественной системой здравоохранения, оказываются в современных условиях наиболее уязвимыми. Основное внимание в Докладах МГЭИК и других международных исследованиях уделяется странам Африки и Юго-Восточной Азии. Между тем упускается из виду столь же сложное положение народов Севера, в частности коренных северных народов России.

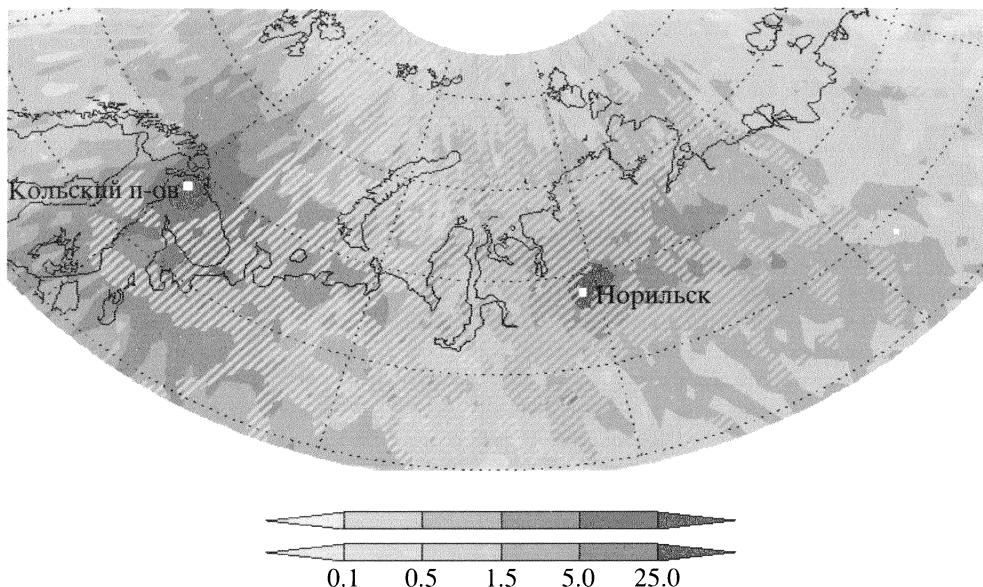
#### ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА НАЧИНАЕТСЯ В АРКТИКЕ

Именно в Арктике изменение климата проявляется особенно остро. Изменения в Арктике и их влияние на жизнь и здоровье местного населения можно рассматривать как упреждающие показатели эффекта глобального потепления для

окружающей среды и общества в масштабе всей планеты. Важнейшие, наиболее общие последствия этих изменений, которые уже сказываются на различных природных объектах, на животных и птицах, на целых экосистемах Арктики и, конечно, на самочувствии и здоровье людей, проживающих на Севере, постепенно начнут проявляться и в более низких широтах.

На протяжении нескольких последних десятилетий средняя температура в Арктике повышалась почти в два раза быстрее, чем средняя глобальная. Сокращение площади ледников и морского льда, рост температуры в районах вечной мерзлоты и ее таяние – дополнительные признаки сильного потепления.

Ледяной покров на поверхности Северного Ледовитого океана – фактор стабильности климата в этом регионе и ключевой индикатор его изменения. Лед влияет на отражательную способность (альбедо) поверхности, на облачность, влажность, обмен теплом и влагой на поверхности океана и океанические течения. Поскольку сезонные вариации распространенности и толщины льда в Арктике в последние годы претерпевают все большие изменения, он постепенно перестает обеспечивать климатическую стабильность в регионе. Более того, уменьшение год от года площади поверхности океана, занятой льдом, “запускает” едва ли не са-



*Распределение в воздухе тяжелых металлов, поступающих от промышленных комплексов Кольского полуострова и Норильска, в январе 1990-х гг. Заштрихованы области, куда вносят вклад оба источника. Влияние этих крупных промышленных регионов ощущается на всей территории севера Евразии и прилегающих морей Северного Ледовитого океана. Данные осредненные. Шкала – в условных единицах.*

мую эффективную положительную обратную связь в процессе потепления в Северном полушарии. Ведь при этом уменьшается альbedo поверхности, изменяется теплообмен в нижних слоях атмосферы, возрастает доля солнечного тепла, поглощенного поверхностью. В результате усиливается таяние льда.

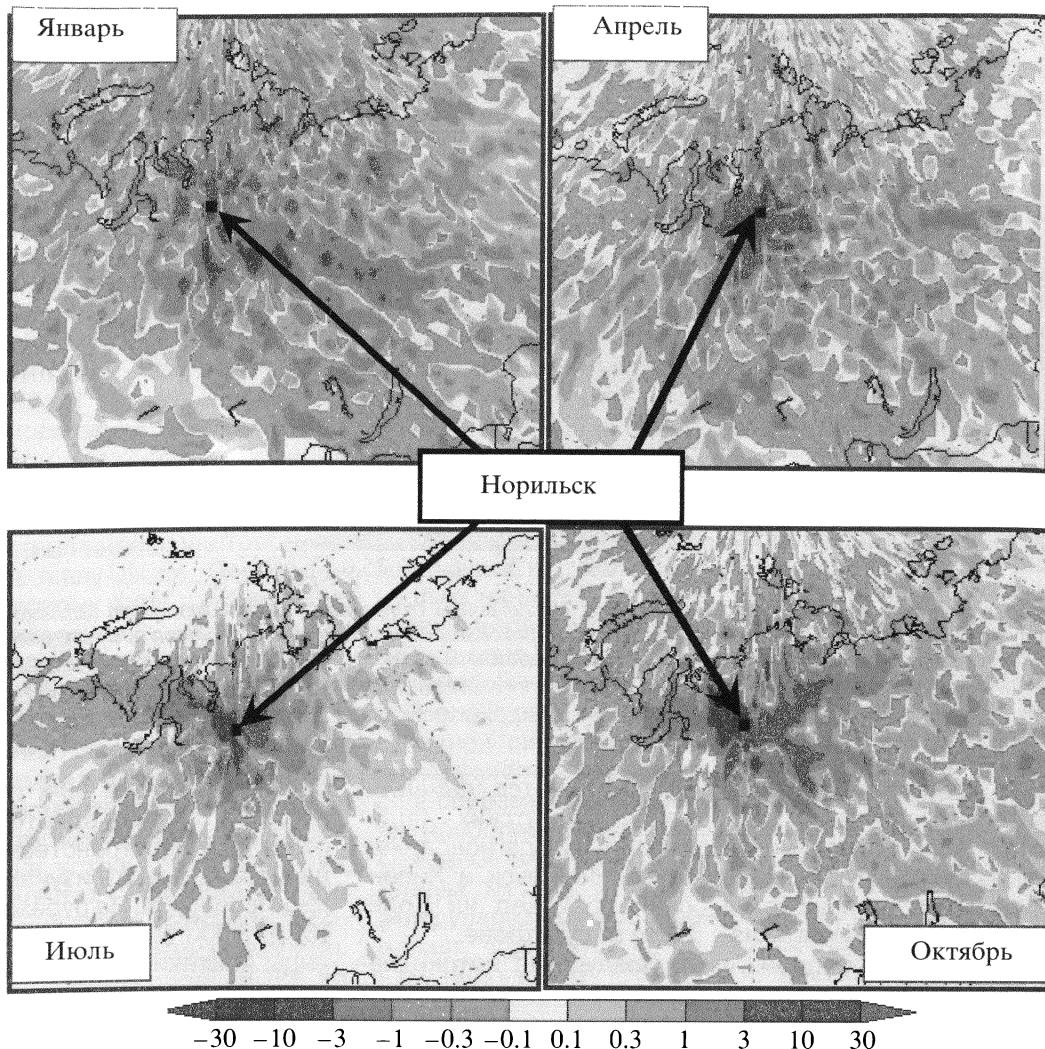
В атмосфере – важнейшей составляющей окружающей среды – происходит относительно быстрое (в течение нескольких суток) распространение стойких загрязнений, образующихся в результате человеческой деятельности, на дальние расстояния (в Арктике это 5–10 тыс. км). Поэтому даже в областях, удаленных от развитых промышленных

зон, ощущается “дыхание” таких гигантских индустриальных регионов, как Урал, Норильск и Хибинский промузел на Кольском полуострове.

Воздушные потоки переносят загрязняющие вещества, которые вымываются осадками на поверхность суши и морей, загрязняя другие природные объекты – почву, воду, растительность. Тепловые процессы, в свою очередь, играют важную роль в формировании основных составляющих климата (полей ветра, атмосферных осадков и температуры), регулирующих распределение веществ между воздухом, суши и водой. При сравнении распространения загрязняющих атмосферу примесей над районом Но-

рильска в 80-х и 90-х гг. XX в. ярко проявляется сезонная и пространственная изменчивость изучаемых процессов. На рубеже XX в. и XXI в. вблизи границы Арктики резко изменились пути воздушных потоков, в результате чего в некоторых местах направление переноса содержащихся в воздухе примесей становилось прямо противоположным: в январе это происходило между 60° и 100° в.д. и вблизи 180° в.д., в апреле – между 180° и 220° в.д.

В последние годы из-за более интенсивного таяния многолетнего морского льда, отступления ледников и границы вечной мерзлоты происходили быстрые выбросы больших объемов загрязняющих веществ, накопи-



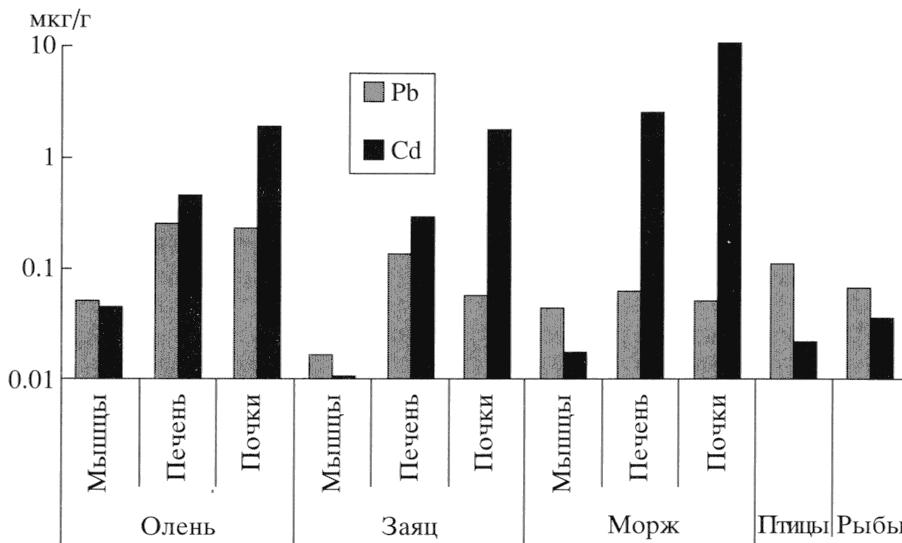
*Изменение содержания тяжелых металлов, поступающих в атмосферу от промышленности Норильска, в воздухе в разные месяцы в 90-х гг. по сравнению с 80-ми гг. XX в. Шкала – в условных единицах. Видны сезонные и пространственные различия, часто противоположного знака, что говорит о сложности прогнозирования и многозначности эффектов, происходящих в атмосфере.*

вавшихся в этих средах в течение многих лет или десятилетий. Это усиливает загрязнение поверхностных сред и усложняет картину пространственного распределения экотоксикантов (экологически вредные вещества) в

окружающей среде северных регионов.

Существуют и другие механизмы изменения путей переноса загрязняющих веществ в Арктику в современных условиях. Так, тихоокеанский лосось, реагируя на изменение климата, перемеща-

ется на север, в арктические реки и озера, принося с собой загрязняющие вещества из Тихого океана. При этом рыба может переносить в некоторые озера больше устойчивых органических соединений, чем атмосферные осадки. Изменение путей мигра-



Содержание свинца (Pb) и кадмия (Cd) в различных тканях и органах животных, в мясе дикой птицы и рыбы в Российской Арктике (2001). Тяжелые металлы больше накапливаются в печени и почках животных. Уровень содержания Cd часто превышает предельно допустимую концентрацию.

ции птиц также может приводить к перераспределению загрязняющих веществ и их накоплению на отдельных территориях, ранее не подвергавшихся такому воздействию.

В организм человека загрязняющие вещества попадают не только непосредственно из воздуха (в процессе дыхания или осажаясь на кожные покровы) или воды, но и с растительной и животной пищей. В Российской Арктике предельно допустимая концентрация (ПДК) тяжелых металлов в различных тканях и органах животных составляет 0.5 мкг/г для свинца (Pb) и 0.03 мкг/г и 0.2 мкг/г (по разным данным) для кадмия (Cd), поэтому употреблять в пищу мясо (а тем более печень и почки)

северных животных становится небезопасно.

Тяжелые металлы – стойкие токсичные вещества. Попадая в организм человека даже в небольших дозах, они накапливаются там, усиливают или провоцируют различные заболевания (онкологические, легочные, нервно-психические и др.). Время выведения свинца и кадмия из организма человека составляет 20–40 лет. В больших дозах они вызывают необратимые изменения в человеческом организме. Например, отравление свинцом ведет к размягчению костной ткани и провоцирует остеопороз, который в последние годы довольно широко распространен, особенно среди жителей мегаполисов. Кадмий на-

капливается в печени и почках и разрушает кровяную систему.

Таким образом, изучение процессов распространения и накопления загрязнений в различных средах, их миграция в природных пищевых цепях – одна из важных составляющих оценки и прогнозирования степени воздействия этих веществ на организм человека.

#### МНОГООБРАЗИЕ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Существуют как неблагоприятные, так и благоприятные воздействия изменения климата на здоровье человека. Многие исследователи полагают, что для некоторых коренных народов Севера глобальное потепление может способствовать улуч-

шению качества жизни (например, за счет появления зон земледелия и расширения сфер деятельности).

Прямое положительное воздействие может включать снижение негативного влияния холода, например уменьшение числа обморожений и гипотермии, стрессов. Однако изменение привычных условий жизни и возможное распространение тех заболеваний, которые свойственны более теплому климату, может иметь более быстрые и очень заметные негативные последствия. Возраст, образ жизни, пол и другие факторы влияют на индивидуальную и коллективную способность к адаптации. К тому же историческая способность к переселению как к средству адаптации в изменяющихся климатических условиях значительно снизилась даже в Арктике, поскольку большая часть населения перешла на оседлый образ жизни.

Для поддержания здоровья человека очень важны качество питьевой воды и правильная система ее очистки. Такие процессы, связанные с потеплением климата, как, например, таяние вечной мерзлоты, береговая эрозия, отрицательно влияют на качество питьевой во-

ды и причиняют прямой ущерб системам ее очистки. Интенсивные осадки могут вызывать потопаы и, в зависимости от существующей инфраструктуры, загрязнять источники воды. Неожиданным результатом таяния вечной мерзлоты в Арктике становится опустынивание районов: поверхностная влага уходит в более глубокие слои грунта, и это сказывается на условиях существования растений и животных на поверхности.

Устойчивый на протяжении длительного времени климат исторически ограничивал диапазон ряда болезней, переносимых насекомыми. Изменение климата и присутствие в окружающей среде адаптировавшихся носителей болезней, создают благоприятные условия для их распространения в новые регионы. "Лихорадка Западного Нила" – свежий пример того, насколько далеко и быстро может распространиться болезнь при появлении в новом регионе. Вирус распространенной в тропиках "лихорадки Западного Нила" был выявлен на восточном побережье Северной Америки впервые в 1999 г., а к 2002 г. распространился по 43 штатам и шести канадским провинциям. Североамерикан-

ские комары – носители этого вируса – передали его более чем 110 видам североамериканских птиц. Некоторые из них мигрируют в Арктику, там обнаружены виды комаров, способные переносить этот вирус африканского происхождения.

Разнообразие климата, жизненных укладов и национальных традиций населения на огромной территории России создает очень сложную, многообразную картину антропогенного воздействия на здоровье человека. Различные аспекты этого воздействия пока еще плохо изучены. Работы в этом направлении активно и продуктивно ведутся в наиболее развитых и густонаселенных областях. Об удаленных районах окраин России информации либо совсем нет, либо она крайне ограничена. Это касается как исследований атмосферных процессов и мониторинга загрязнения природной среды, так и изучения заболеваемости и показателей здоровья населения. Хочется надеяться, что человечество спохватится не слишком поздно и сумеет найти противодействие уже очевидным природным явлениям, которые могут серьезно осложнить его дальнейшее существование на Земле.



## Влияние “космической погоды” на биологические объекты

Т. К. БРЕУС,  
доктор физико-математических наук  
Институт космических исследований РАН

*За последнее десятилетие проведено множество лабораторных экспериментов, клинических исследований, а также натурных наблюдений, свидетельствующих о важной роли воздействия “космической погоды” на человеческий организм. В частности, в результате исследований на борту космических кораблей “Союз”, орбитальных станций “Мир” и МКС были выявлены реакции организма космонавтов на геомагнитные возмущения во*



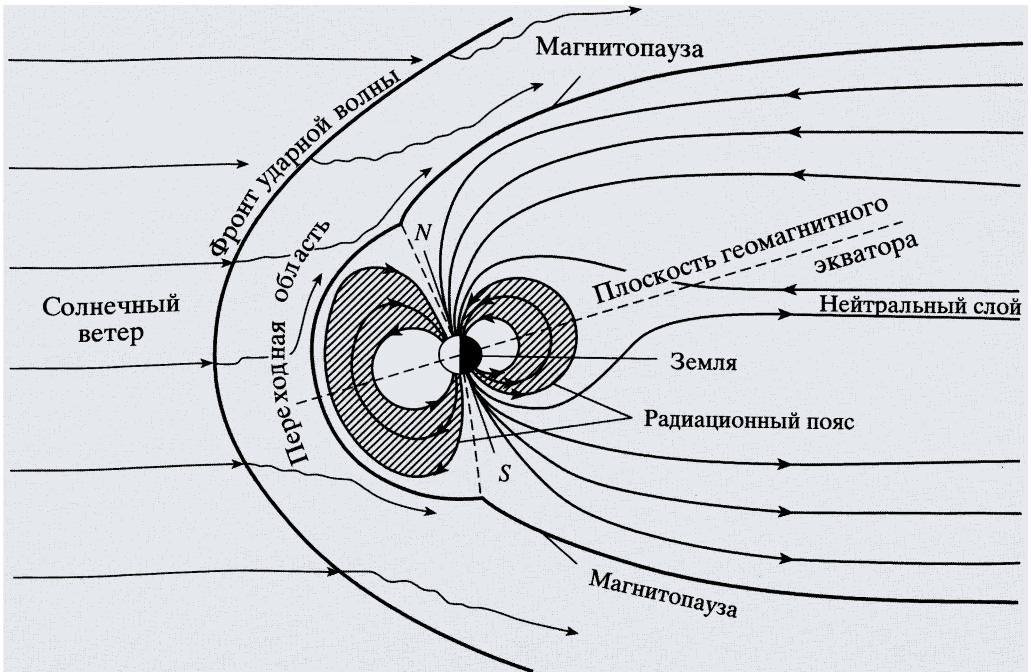
*время краткосрочных и длительных полетов, а также при посадке на Землю. Заметим, что аналогичное состояние на-*

*блюдается у здоровых и тренированных людей при стрессе, связанном с невесомостью. Имеются данные о реакции на магнитные возмущения и практически здоровых людей на Земле в обычных условиях труда и отдыха. Больные с патологией сердечно-сосудистой, кровеносной или нервной системы особенно чувствительны к сходным воздействиям. В небольшой статье мы расскажем лишь о немногом из того, что представляет интерес в связи с обсуждаемой проблемой.*

Наша Земля окружена атмосферой и ее составляющей – ионосферой, образовавшейся в результате ионизации атмосферы солнечным коротковолновым излучением. Это, однако, еще не полная картина строения внешних оболочек, окружающих Землю. У Земли

имеется сильное магнитное поле с северным и южным полюсами. Оно взаимодействует с другим, а именно с корпускулярным излучением Солнца. Поток ионизованных корпускул – частиц испаряющейся короны Солнца, замагниченных солнечным магнитным полем,

тоже имеющим дипольную составляющую, – называется *солнечным ветром*. Магнитное поле Солнца “вморожено” в этот поток заряженных частиц и вытягивается им в межпланетное пространство. Земля со своим собственным магнитным полем погружена в



Строение магнитосферы Земли. Магнитное поле Земли имеет северный (N) и южный (S) полюса.

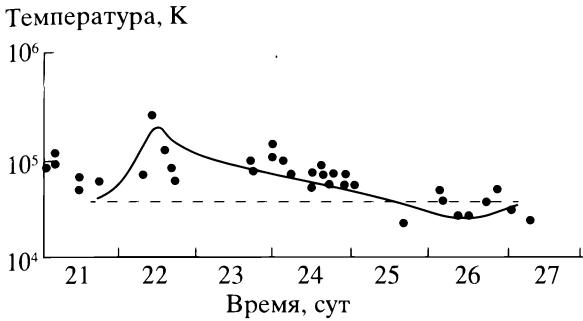
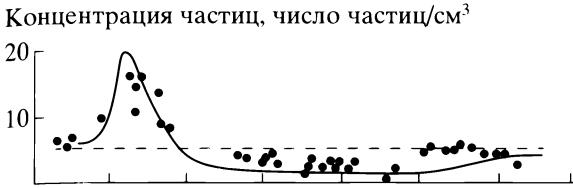
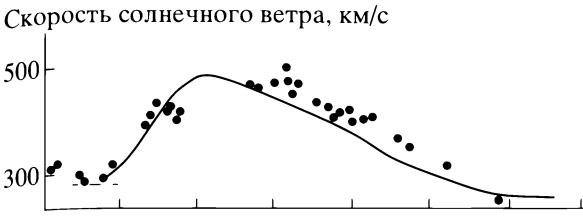
поток солнечного ветра. Он в основном не проникает до поверхности Земли, а останавливается ее магнитным полем далеко от поверхности: с подсолнечной области примерно на расстоянии порядка 16 радиусов Земли. В результате вокруг Земли образуется полость, в которой сосредоточено ее магнитное поле – магнитосфера, внутри нее находится земная атмосфера. Поскольку поток солнечного ветра непрерывно изменяется (атмосфера Солнца “дышит” вследствие идущих внутри него термоядерных реакций), то и магнитосфера Земли сжимается и расширяется, создавая вариации электромагнитной обстановки, приводящие к воз-

мущениям магнитного поля и ионосферы – *магнитным и ионосферным бурям*. Через полюса, где нет магнитного поля, частицы солнечного ветра высыпаются в полярные области околоземного пространства и ионизируют атмосферу, образуя *полярные сияния*.

Совокупность всех описанных явлений в межпланетном пространстве и магнитосфере Земли, генерируемых солнечной активностью, названы “**космической погодой**”. Естественно, что биосфера, включающая также и человеческую популяцию, подвержена ее воздействию.

Ритмы вариаций естественных электромагнитных полей в магнитосфере

ре сходны с ритмами солнечной активности. Среди долгопериодических ритмов самый известный – 11-летний цикл солнечной активности. Имеются также ритмы, соответствующие периоду собственного вращения Солнца и его гармоникам (около 28, 14, 7 и 3.5 сут и др.). В колебаниях электромагнитных полей есть и очень короткопериодические компоненты – микропульсации, например Pc1 – с периодами, близкими к периодам ритма человеческого сердца (0.5 – 2 с). Вариации скорости солнечного ветра, период которых близок к 7 сут, связаны с периодом формирования магнитных полей на Солнце в областях, где зарождается солнечный



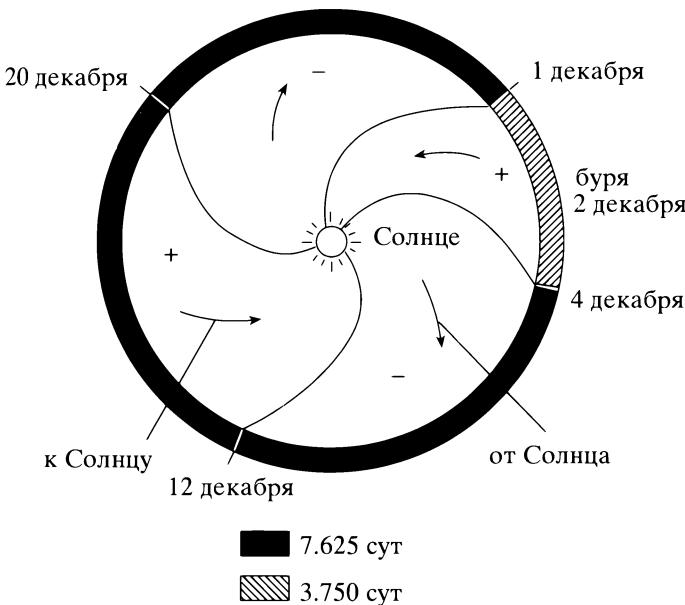
Волны скорости, концентрации частиц и температуры солнечного ветра по данным измерений на одном из американских ИСЗ "Vela" (1964–1970).

ля одной полярности (сектора) в среднем 7.6 сут и 3.6 сут.

Биологические объекты за время своей эволюции адаптировались ко всем ритмам солнечного спектра и интегрировали их периоды во временную структуру своих клеток, органов и организмов в целом, превратив их в эндогенные (то есть собственные ритмы), синхронизованные с внешними ритмами среды обитания. Это произошло точно так же, как суточные ритмы освещенности и температуры, обусловленные вращением Земли, образовали всем хорошо известные биологические суточные (циркадианные) ритмы, наиболее известный из которых ритм сна и бодрствования.

Как показали наши исследования, биологические объекты действительно обладают ритмами с периодами, соответствующими полному набору солнечных и геомагнитных ( $K_p$ -индекс – максимальный размах амплитуды горизонтальной составляющей

ветер. Вблизи околоземного пространства наблюдается смена ориентации межпланетного магнитного поля, причем длительность существования по-



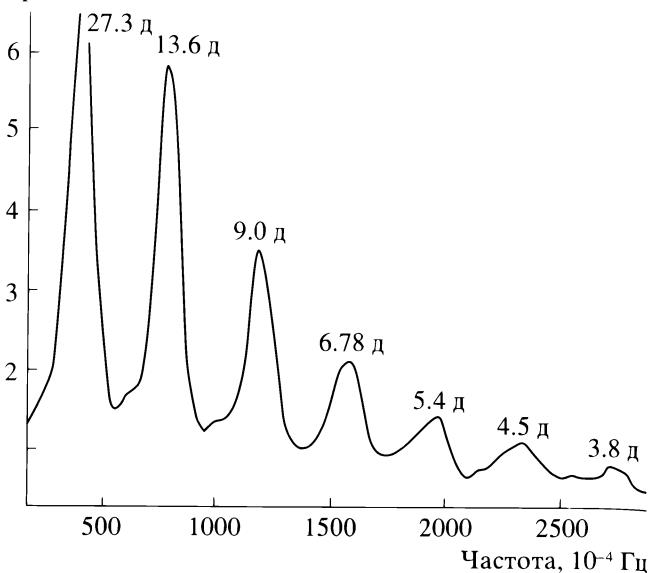
Секторная структура межпланетного магнитного поля, полученная усреднением результатов измерений направлений на Солнце и от Солнца векторов магнитного поля на космических аппаратах вблизи орбиты Земли.

Спектр вариаций  $K_p$ -индекса геомагнитной активности в 1932–1990 гг. имеет все компоненты ритмов, соответствующих собственному обороту Солнца (28 сут), его гармоникам и субгармоникам.

щей геомагнитного поля, выраженной в 9-балльной шкале за каждые три часа, и усредненной по 16 среднеширотным магнитным обсерваториям) ритмов вышеупомянутых периодов (например, около 28 сут, их гармоник и субгармоник).

Американский профессор Ф. Халберг представил нам данные непрерывного мониторинга в течение 26 месяцев (с 26 января 1989 г. по 19 марта 1991 г.) артериального давления, частоты сердечных сокращений и частоты дыхания младенца, рожденного в клинике в Миннесоте (США). Данные были проанализированы и разбиты на пять последовательных серий по 4 месяца, для каждой серии получены усредненные спектры. Из спектров частоты сердечных сокращений и артериального давления, измеренных за первые 4 месяца, отчетливо видно, что за это время жизни наблюдаются все периоды, соответствующие периоду вращения Солнца вокруг оси (28 сут) и его гармоникам (14, 7, 3.5 сут, субгармоники – около 2 сут), но не обнаруживается амплитуда суточного ритма. Таким образом, новорожденные дети не зна-

Спектральная плотность мощности, производные единицы

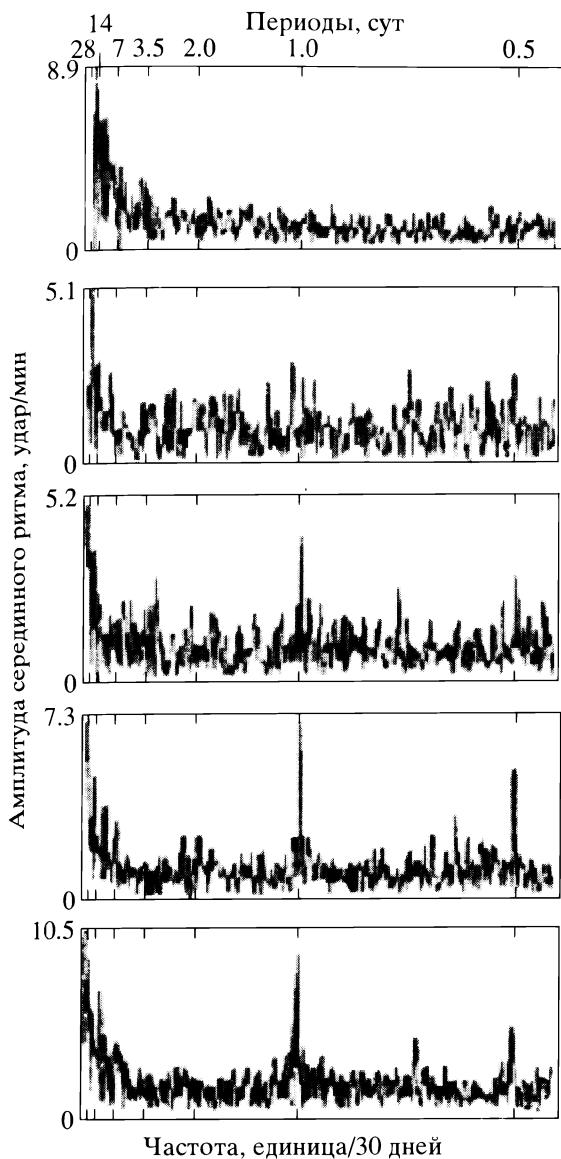


ют о существовании суток. Соотношение амплитуд с возрастом изменяется, но амплитуда циркадианного ритма становится сопоставимой с амплитудой околонедельного и полунедельного ритмов только после пятого месяца жизни (вторая серия измерений). Поскольку в материнском организме наиболее мощным ритмом является именно суточный ритм, очевидно, что наблюдающаяся у младенцев структура ритмов имеет эндогенное происхождение, сложившееся в процессе эволюции под влиянием электромагнитных полей. Более того, оказалось, что если недельная амплитуда частоты дыхания и насыщения кислородом крови в первые месяцы жизни превосходит у новорожденного суточную амплитуду, то они подвержены синдрому внезапной смер-

ти. В данном случае младенцы умирают вследствие десинхронизации (рассогласования) ритмов различных функциональных показателей. Пик детской смертности от функциональных расстройств подобного рода наблюдается в 3.5 года.

Следует подчеркнуть: ритмы с периодами примерно 7 и 3.5 сут наблюдались даже на клеточном уровне и, что особенно характерно, обнаружены у древних обитателей Земли. Так, например, ритмы роста при смене освещенности морской одноклеточной водоросли *Acetabularia Mediterannea*, живущей и по сей день в южных морях, или ритмы биолюминесценции *Gonualuax Poluedra*, другого сохранившегося древнего организма, имеют периоды около 7 и 3.5 сут.

Читатель может подумать, что мы игнорируем



Среднеквадратичные спектры данных непрерывного (с небольшими интервалами) мониторинга частоты сердечных сокращений младенца от момента рождения до 26 месяцев жизни. Спектры построены по данным, разбитым на участки по 4 месяца (квадратики со спектрами). В первые 4 месяца у младенцев отсутствует суточный ритм, несмотря на то что у мамы он наиболее мощный из всех ритмов. Отчетливо наблюдаются все периоды, соответствующие собственному вращению Солнца (28 сут) и его гармоникам (14, 7 и 3.5 сут).

акцию. Это станет понятно, если вспомнить, что при трансконтинентальных перелетах происходит сдвиг фазы суточных ритмов и возникает неприятный для организма десинхроноз, длящийся порядка двух недель, пока фазы собственных ритмов организма не синхронизируются с фазой локального времени суток в месте, куда совершился перелет. Для больного организма подобные десинхронозы могут оказаться не столь безобидными, как для здорового.

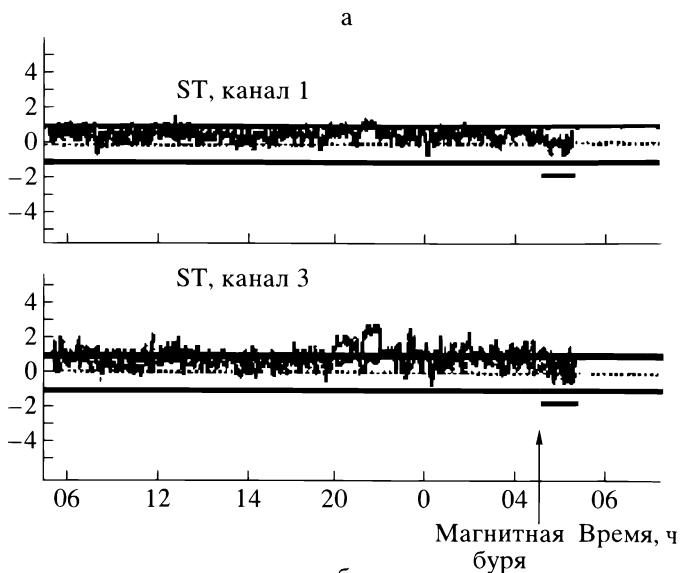
В сущности, реакция человеческого организма на возмущения в среде обитания представляет собой нарушения в механизмах регуляции внутренней структуры согласования ритмов всех уровней организма. При этом основной мишенью для воздействия электромагнитных полей, например, являются сердце, сердечно-сосудистая, кровенос-

лунные (гравитационные) ритмы. Ни в коем случае: эти ритмы также были синхронизаторами биологических объектов, однако в отличие от электромагнитных полей они стационарны, и организмам не надо было непрерывно адаптироваться к их возмущениям для того, чтобы выживать.

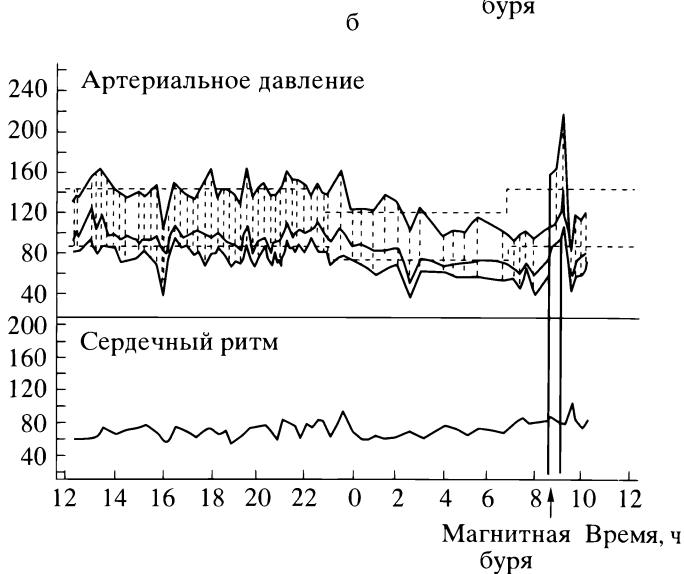
Что же происходит с живыми организмами под действием возмущений "космической погоды"?

Возмущения, генерированные солнечной активностью, нарушают обычное течение собственных (эндогенных) ритмов и создают десинхронизацию с внешними условиями, или адаптивную стресс-ре-

Диаграмма непрерывного (24 ч) холтеровского мониторинга сердечного ритма (а) и артериального давления (б) у пациента 47 лет, страдающего ишемической болезнью сердца (Кардиологический центр им. А.Л. Мясникова). На протяжении недели до геомагнитной бури пациент не жаловался на свое состояние и принимал прописанные препараты. В начале геомагнитной бури у него возникло понижение ST-сегмента ишемического характера и поднялось давление (отмечено подчеркиванием и стрелкой). Эти явления сопровождались болью в сердце и устранены приемом медикаментов.

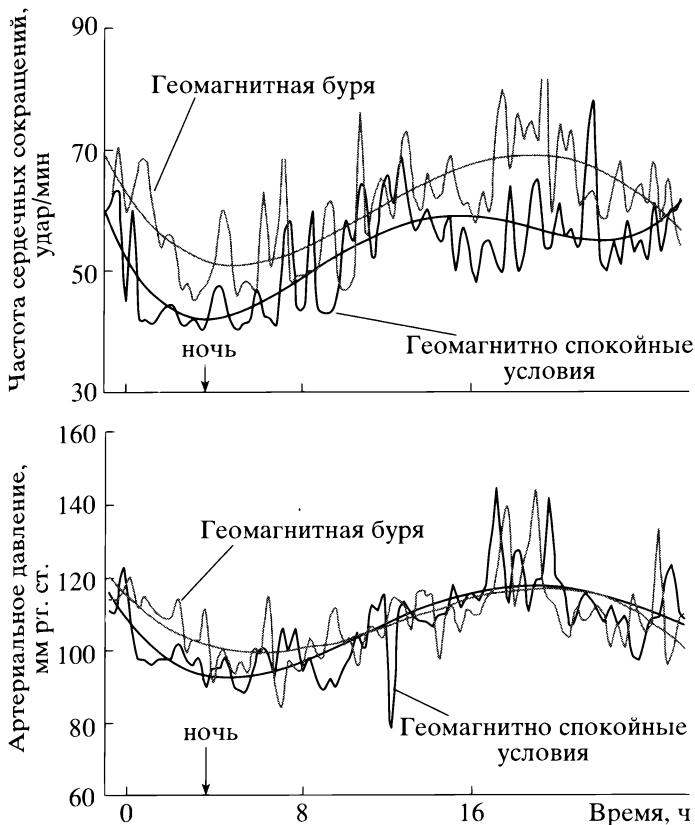


ная и нервная системы. Магнитная чувствительность у живых организмов, в частности у людей, проявляется в периоды существенных вариаций переменного магнитного поля Земли: геомагнитные бури, например, приводят к изменению частоты сердечных сокращений (опасной стабилизации пульса) или увеличению вязкости крови в связи с выбросом в нее стрессовых гормонов (адреналин и кортизол). Происходит замедление кровотока в капиллярных сосудах, может заметно подняться артериальное давление (как минимум на 30 мм ртутного столба), возникнуть сердечные аритмии или спазмы сосудов головного мозга и как следствие – головная боль, головокружение. Особенно характерны и опасны эти явления для людей, находящихся в первой группе риска, когда существую-



щее заболевание уже создает неустойчивость в организме, например при ишемической болезни сердца, стенокардии. В случаях тяжелой патологии геомагнитные возмущения могут спровоцировать даже инсульты, инфаркты миокарда и внезапную кардиологическую смерть. Следует подчеркнуть, что магнитная чувствительность

влияет на сосудистый тонус, как и метеочувствительность, это было выявлено у космонавтов при полетах на пилотируемых кораблях и станциях. Однако магнитная чувствительность стоит на втором плане после метеочувствительности, в особенности после реакций на изменения атмосферной температуры (длительная жара или холод



Суточная динамика частоты сердечных сокращений и артериального давления у космонавта во время 6-месячного полета на МКС. Показаны результаты с интервалом в 1 неделю во время геомагнитной бури и в геомагнитно-спокойных условиях. Заметно повышение частоты сердечных сокращений и артериального давления, особенно в ночное время.

шающий риск развития сердечной недостаточности. Распределение метеочувствительных больных по группам оказалось более равномерным.

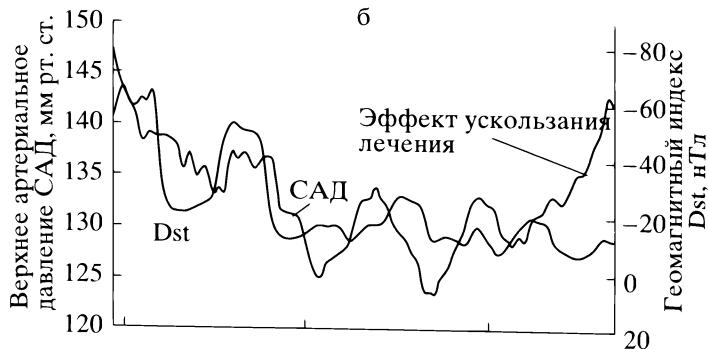
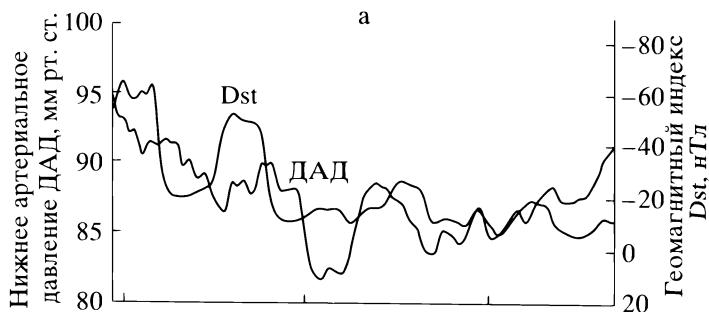
Важно отметить, что в процессе лечения фиксировались эффекты спонтанных ритмических вариаций артериального давления, коррелирующие с вариациями геомагнитной активности. Наблюдалась синхронность с запаздыванием подъемов давления на 1–2 сут относительно максимального значения геомагнитного параметра. Ускользание эффекта лечения, то есть длительные подъемы давления вместо ожидаемого понижения вследствие продолжавшегося приема гипотензивных лекарств этими больными, было связано с изменением метеоусловий – повышением атмосферной температуры и появлением тепловых волн (когда температура держалась повышенной на протяжении 5–7 дней). Данные обстоятельства необходимо учитывать при проведении коррекции терапии артериальной гипертонии.

приводит к спазмам сосудов). Но наиболее неблагоприятными являются периоды, когда магнитные возмущения сочетаются с метеорологическими эффектами.

Довольно обстоятельные исследования взаимодействия ритмов гелиогеомагнитных, метеорологических, медико-биологических характеристик и магниточувствительности больных с сердечно-сосудистой патологией проводились с использованием ежесуточных показателей многомесячного мониторинга артериального давления у больных артериальной гипертонией в Кардиологическом центре им. А.Л. Мясникова (Моск-

ва) совместно с ИКИ РАН. Исследовалось 33 пациента с гипертонией 1-й и 2-й степени. Оказалось, что в группу магниточувствительных больных, артериальное давление которых положительно коррелировало с геомагнитной активностью, попало 80% всех больных, причем именно те, которые страдали многоплановыми нарушениями регуляции системы кровообращения. У них чаще наблюдались изменения со стороны органов-мишеней, на которые направлено воздействие внешних факторов, в частности эти люди имели увеличенный индекс массы левого желудочка сердца, повы-

Диаграммы усредненных многодневных (12 недель) профилей артериального давления больной, у которой наблюдались спонтанная ритмика (а) нижнего артериального давления (ДАД) и волнообразные вариации верхнего артериального давления (САД), сходные с усредненным геомагнитным индексом *Dst* (б), а также эффекты ускользания лечения в связи с ростом атмосферной температуры (в).



Сопоставление среднемесячных значений внезапной смерти от инфаркта миокарда в Болгарии и среднемесячного количества инфарктов в Москве за три года показало, что обе кривые почти синхронны по времени и среднемесячной продолжительности микропульсаций геомагнитного поля, близких к ритму сердца (Pc1). В то же время другие индексы геомагнитной активности хуже согласуются с сезонными вариациями в случае таких смертей и заболеваний. Оказалось также, что ежесуточные аномально большие значения чисел инфарктов миокарда в Москве в 67% случаев сопровождались геомагнитными бурями. У этих больных во время фазы восстановления, то есть на 1–2-е сутки после главной фазы бури, присутствовали микропульсации Pc1. Воздействие на людей электромагнитных полей низкой или очень низкой частоты, как известно, приводит к дестабилизации сердечного ритма, которая может закончиться внезапной смер-

тью от аритмии или инфарктом миокарда. На основе этих исследований и из ряда других наблюдений был сделан вывод, что микропульсации – наиболее биотропный фактор геомагнитной активности. Таким образом, в настоящее время определено, что во временной структуре биологических объектов имеется спектр ритмов с периодами, близкими к 28, 14, 7 и 3.5 сут, представляющими собой

универсальные биологические ритмы, существующие на всех уровнях организмов – от клеточного до популяционного. Нами обнаружено, что системы примитивной организации и отдельные органы, такие как одноклеточные морские водоросли, отдельные клетки и агрегаты клеток миокарда (сердечная мышца), шишковидная железа (эпифиз), не знающие о существовании социальной недели,

обладают околонедельными и полунедельными ритмами. Степень выраженности этих ритмов и их конкретный период зависят от уровня системы и продолжительности ее существования. Так, например, отдельная клетка миокарда имеет примерно полунедельный ритм, в то время как содержание гормона мелатонина в эпифизе – околонедельный.

Это ритмы эндогенного характера, и они представляют собой свободно текущие ритмы: при возникновении внешнего стимула они синхронизируются по фазе с фазой этого стимула. Медикам хорошо известно, что ритмы отторжения трансплантатов после хирургических операций или кризисов заболеваний имеют периоды, кратные неделе, но синхронизованы не с социальной неделей, а с начальной фазой заболевания или днем проведения операции. Длительное время не был известен подходящий внешний датчик времени, который мог бы “завести” биологические часы. Однако в начале 1990-х гг. наша группа высказала предположение, что таким датчиком времени описанных выше ритмов могут быть ритмы электромагнитных полей в магнитосфере Земли,

генерированных солнечной и геомагнитной активностью. Мы обнаружили не только сходство спектров биологических и гелиогеофизических ритмов, но и, что особенно важно для доказательства их связи, синхронность вариаций околонедельных биологических и гелиогеофизических ритмов в цикле солнечной активности.

Околонедельные биологические ритмы, по-видимому, сформировались раньше, чем суточный ритм, обусловленный вращением Земли, сменой освещенности и температуры. Они играли существенную роль в аспекте выживания биологических организмов. Результаты исследований хорошо согласуются с теоретическими моделями и экспериментами, полученными за последние 40 лет как у нас в стране, так и на Западе, которые опираются на теорию переходов, индуцированных шумом. Поясним, как работает эта теория. В ряде работ было показано, что группа биологических “осцилляторов”, а именно пульсирующие клетки сердца, могли спонтанно синхронизироваться и биться в унисон или внезапно остановить свой ритм под влиянием весьма слабых воз-

мущений, то есть состоящие системы может кардинально изменяться. Возникающая при этом фазовая сингулярность может приводить иногда к фибрилляции сердца (нарушение регулярного ритма, появление хаотических колебаний), потере им насосных функций и, как следствие, плохому снабжению кровью мозга и даже внезапной смерти. Как уже отмечалось, имеются лабораторные и эпидемиологические исследования, в которых показано, что нахождение людей в электромагнитных полях низкой и очень низкой частоты приводит к изменениям variability частоты сердечных сокращений, а именно к стабилизации сердечного ритма. Это может приводить к внезапной смерти от аритмии и развитию инфаркта миокарда. Результаты наших экспериментов свидетельствуют о необходимости продолжать исследование биологических эффектов “космической погоды” как с точки зрения фундаментальных задач постижения механизмов воздействия на биологические объекты, так и с практической точки зрения прогноза ее негативных последствий и разработки мер профилактики.

## Михаил Сергеевич Молоденский

(к 100-летию со дня рождения)



Михаил Сергеевич Молоденский (1909–1991).

**Стремительное развитие отечественной науки в XX в. было обусловлено тем, что в СССР работала плеяда гениальных ученых, порой вопреки складывающимся обстоятельствам не прекращавших интенсивной творческой деятельности. Многим из них**

*путь в науку, даже самую возможность иметь высшее образование, преграждали всевозможные запреты и ограничения для лиц дворянского или духовного сословия. Но, несмотря на все трудности и лишения, они посвящали свою жизнь интеллектуальному труду и достигали результатов, получивших всемирное признание и вошедших в золотой фонд мировой науки. Несомненно, к таким ученым относился и Михаил Сергеевич Молоденский – великий русский геодезист и геофизик, решивший основную задачу геодезии – определение формы Земли.*

М.С. Молоденский родился 15 июня 1909 г. в уездном городе Епифани Тульской губернии. У его отца Сергея Михайловича, священника, с супругой Надеждой Михайловной было шестеро детей. Особое стремление к учебе проявлял их пятый ребенок, Михаил. Когда ему исполнилось 14 лет, он переехал в Тулу и, поселившись у своего дяди, врача, стал учиться в железнодорожной школе. Окончив среднюю школу, Михаил, однако, не смог сразу поступить в вуз, так как он еще не достиг требуемого для абитуриентов возраста. Целый год ему пришлось работать счетоводом в Подгородном лесничестве Ясной Поляны. Но не только возраст мешал ему учиться дальше. Главное – это социальное происхождение, которое закрывало для него двери советских вузов. И все-таки, благодаря помощи друга с детских лет Ю. Пятина, Михаилу удалось в 1927 г.

поступить на астрономическое отделение Московского университета.

Деканат факультета встретил его недоброжелательно и создавал всяческие препятствия в учебе. Так как М.С. Молоденский не был ни рабочим “от станка”, ни крестьянином “от сохи”, ему не предоставили места в общежитии и не дали стипендии. Через некоторое время попытки изгнать М.С. Молоденского прекратились: вырос его авторитет среди студентов, на четвертом курсе он был избран старостой и профоргом академической группы. МГУ меньше других вузов пострадал от “лабораторно-бригадного метода” обучения, который привел советскую высшую школу почти к полному разрушению.

В 1930 г. была сделана попытка ликвидировать астрономическую специальность как не актуальную. (Сегодня в некоторых университетах эта специальность пока сохраняется, хотя в средней школе астрономия в качестве самостоятельной учебной дисциплины, к великому сожалению, упразднена.) Обучавшимся астрономии студентам предложили перейти на специальность “геодезия и гравиметрия”. Однако группа, старостой которой был М.С. Молоденский и в которой учился ставший выдающимся астрометристом и членом-корреспондентом АН СССР М.С. Зверев (Земля и Вселенная, 1992, № 4), не согласилась с этим и совмещала обучение по двум специальностям – “астрономия” и “геодезия и гравиметрия”.

М.С. Молоденский приступил к научной работе еще студентом. Так, он усовершенствовал определение широт и в 1931 г. опубликовал об этом статью в “Астрономическом журнале”. В этом же году учитель М.С. Молоденского С.Н. Блажко (Земля и Вселенная, 1971, № 1) пригласил его в Астрономо-геодезический НИИ МГУ. Вскоре произошло объединение этого института с Астрофизическим институтом, Астрономической обсерваторией МГУ и Астрофизической обсерваторией в Кучине в Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга (ГАИШ) при МГУ. М.С. Молоденский оказывается в Кучине, где наконец, получает комнату в об-

щежитии. Вместе с ним стал жить отец, мать же осталась с дочерью Еленой в Туле. Условия жизни были настолько тяжелыми, что родители Михаила не могли проживать совместно.

На одном из общих собраний коллектива ГАИШ по “очищению рядов” был поднят вопрос о правомерности проживания рядом с “воинствующими атеистами” бывшего священника. Скорее всего, именно это событие склонило М.С. Молоденского к переходу на основную работу в Центральный научно-исследовательский институт геодезии, аэрофото съемки и картографии (ЦНИИГАиК), в котором он работал по совместительству с 1932 г.

В то время ЦНИИГАиК находился в Ленинграде, и М.С. Молоденскому с супругой, Александрой Михайловной, с которой он вступил в брак в 1933 г., предоставили оплачиваемый институтом номер в гостинице. Через несколько лет ЦНИИГАиК перевели в Москву, и семье М.С. Молоденского была выделена небольшая комната без удобств в дощатом бараке на Потылихе, где семья, уже из шести человек, прожила до 1946 г.

В 1933 г. М.С. Молоденский возглавил гравиметрическую экспедицию в Крым. В следующем году выступил на 7-й конференции Балтийской геодезической комиссии, где рассказал о полученном им строгом решении проблемы влияния сокачания при парных качаниях маятников с различными амплитудами и произвольными фазами при измерении силы тяжести.

Повышение требований к качеству геодезических и гравиметрических работ требовало улучшения как приборной базы, так и методик проведения измерений. М.С. Молоденский возглавил комиссию, которая должна была отбраковать устаревшие маятниковые приборы, а также классифицировать и каталогизировать все маятниковые пункты СССР.

В результате отбраковки резко снизился темп съемки и перестал выполняться Государственный план, но улучшилось качество съемки. Такая деятельность М.С. Молоденского, хотя она и была необходимой, не способствовала

его популярности у “геодезического” начальства.

Сопоставление 10 тыс. маятниковых пунктов априорной и фактической погрешностей, проведенное М.С. Молоденским, М.С. Зверевым, Н.Н. Парийским и Ю.Д. Буланже, показало практически полное совпадение их значений. Это свидетельствовало о том, что точность полевых измерений постоянно возрастала, несмотря на перемещение их во все более труднодоступные регионы.

Для оперативных измерений силы тяжести в полевых условиях удобнее использовать *гравиметры*. Но в то время отечественные гравиметры отсутствовали. М.С. Молоденский при содействии А.М. Лозинской, Н.П. Грушинского и механика В.М. Гуцина в 1938–1940 гг. изобрел и изготовил оригинальный статический гравиметр. Еще во время Великой Отечественной войны появился первый в СССР пружинный гравиметр кольцевой Молоденского (ГКМ), первая серия (около 100 экз.) которого под руководством Н.Б. Сажиной изготовлена к 1945 г.

4 декабря 1946 г. М.С. Молоденский был избран членом-корреспондентом АН СССР.

Более совершенная модель гравиметра кольцевого астазированного (ГКА) создана под руководством А.М. Лозинской, в его разработке также принимал участие М.С. Молоденский. За создание ГКА М.С. Молоденский в составе коллектива участников работы в 1951 г. был удостоен Государственной премии СССР во второй раз.

А свою первую Государственную премию СССР М.С. Молоденский получил за монографию *“Основные вопросы геодезической гравиметрии”* (1945). Она защищена в Московском институте инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (МИИГАиК) как диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. (Ученая степень кандидата технических наук присуждена ему в 1938 г. без защиты диссертации.) Это действительно выдающаяся работа. Когда в начале XIX в. было введено новое понятие – “поверхность Земли в геометрическом смысле”, названная позже *геоидом*, – геодезия занималась триан-

гуляционными и гравиметрическими методами изучения не Земли, а геоида. Рассмотрение этого вопроса привело М.С. Молоденского к принципиальному заключению, что для определения геоида необходимо знать *“плотность в каждой точке для всех масс, которые находятся вне геоида”*. Он установил, что *“даже при наличии исчерпывающих геологических данных достаточно точное редуцирование на геоид связано с решением сложной задачи теории потенциала, так как редуцирование ведется на неизвестную поверхность геоида с весьма сложной и также неизвестной физической поверхности Земли, на которой краевые значения определяются непосредственно наблюдениями”*.

М.С. Молоденский предложил совершенно новый подход к решению основной задачи геодезии – к определению внешнего гравитационного поля и поверхности Земли. Он доказал, что возможно определить фигуру физической поверхности Земли без привлечения информации о ее внутреннем строении. Это означало революционную перестройку геодезии: надо было изучать не геоид, а реальную поверхность Земли и ее внешнее гравитационное поле в единой системе координат, притом с такой точностью, какую допускают измерения.

Ученики М.С. Молоденского В.В. Бровар и М.И. Юркина писали: *“Из такого понимания теории Молоденского следует, что она не может устареть от замены одного способа решения другим или от усовершенствования способов обработки или при появлении нового вида измерений. Новые виды измерений (GPS, ГЛОНАСС, спутниковое нивелирование морской поверхности) или планируемые (измерения градиентов притяжения на спутниках) прекрасно вписываются в эту теорию, предъявляя лишь повышенные требования к ее точности. Повысить точность теории Молоденского всегда возможно. И это не будет новой теорией, а всего лишь ее развитием”*.

Вместе с тем в теории Молоденского реализована идея Ф.Н. Красовского (1878–1948) о возможности использования гравиметрических материалов для обработки астрономо-геодезических из-

мерений. Так, М.С. Молоденский обосновал целесообразность применения гравиметрических данных при детальной интерполяции уклонов отвесной линии между удаленными астрономическими пунктами астрономо-геодезических сетей. Для этого предлагалось заполнить сгущения гравиметрических пунктов, в которых определяются уклоны отвеса. Такой подход привел еще в предвоенные годы к соединению в общегосударственной системе координат СССР отдельных участков астрономо-геодезической сети. Тем самым были созданы предпосылки для картографирования значительных участков Дальнего Востока. Свои работы, заложившие основы современной пространственной или трехмерной геодезии, М.С. Молоденский впоследствии обобщил в монографии *“Методы изучения гравитационного поля и фигуры Земли”* (1960).

Еще в 1943 г. М.С. Молоденский был приглашен в МИИГАиК читать лекции по гравиметрии и теории фигуры Земли. А с образованием Геофизического института АН СССР (ГЕОФИАН) ему предложили по совместительству заведовать в нем Отделом гравиметрии. После временной кончины директора ГЕОФИАН академик Г.А. Гамбурцева (1903–1955) беспартийный М.С. Молоденский по настоянию ЦК КПСС был назначен директором Института. С 1956 г. ГЕОФИАН, преобразованный в Институт физики Земли (ИФЗ) АН СССР, стал местом его основной работы. М.С. Молоденский продолжал там плодотворную творческую деятельность практически до конца жизни, хотя на посту директора пробыл всего около года.

Его научные интересы сосредоточиваются на физике Земли. Он разрабатывает, в частности, теорию вращения Земли, ее свободных колебаний и приходит к выводу, что изучение движений и деформаций Земли надо проводить в инерциальной системе координат. В настоящее время построили систему координат с точностью до  $0.002''$ , используя наблюдения за очень удаленными объектами – квазарами, наиболее неподвижными точками на небесной сфере.

На Земле система координат определена, благодаря лазерной фиксации спутников пунктами на земной поверхности, с точностью до нескольких сантиметров. Для соотнесения обеих систем нужно знать элементы их взаимной пространственной ориентации. Кроме ориентации оси вращения Земли необходимо учитывать движение самой Земли относительно оси вращения – движение полюсов и ее угловую скорость вращения. Но, проводя измерения только на поверхности Земли, невозможно разделить эффекты, вызываемые деформацией земной поверхности, прецессией и нутацией, а также движением полюса. Приходится привлекать данные о внутреннем строении Земли для расчета реальной модели пространственного движения ее оси вращения. Подобные данные можно получить, интерпретируя результаты наблюдений за скоростями прохождения сейсмических волн и собственными колебаниями Земли. При этом учитываются неупругость Земли, влияние морских приливов и некоторые другие факторы.

Приняв в качестве первого приближения теорию А. Клеро гидростатически равновесной Земли и ее развитие Р. Радо и Ч. Дарвином, М.С. Молоденский исследует упругие колебания сферически симметричной модели Земли с жидким ядром в системе координат с нутационным движением. В монографии *“Упругие приливы, свободная нутация и некоторые вопросы строения Земли”* 1953 г. дано решение этой задачи в виде разложения по шаровым функциям. В монографии *“Теория нутации и суточных земных приливов”* (1961) М.С. Молоденский отказался от вариационного метода, развивавшегося Г. Джеффрисом и Р. Висенте во второй половине 1950-х гг., разработал более полную объединенную теорию нутации и приливных деформаций Земли. Ему удалось рассчитать постоянные нутации для вынужденных колебаний земной оси, вызванных воздействием Луны и Солнца. Он предсказал существование свободной околосуточной нутации оси вращения Земли, которую в 1963 г. обнаружил Н.А. Попов при наблюдениях ярких зенитных звезд.

За вклад в создание современной высшей геодезии и за работы по упругим приливам и свободной нутации Земли М.С. Молоденскому в 1963 г. присуждена Ленинская премия.

Используя наиболее близкие в то время к реальным модели Земли, М.С. Молоденский и его соавтор геофизик М.В. Крамер получили хорошее согласие с наблюдательными данными: для периода чандлерова колебания полюса получено 433 дня в модели I и 436 дней – в модели II.

В последующих работах М.С. Молоденский продолжает развивать свою теорию. В 1970 г. он учел силы Кориолиса, возникающие вследствие вращения системы координат, связанной с Землей. Это особенно важно для низкочастотных колебаний, при которых силы Кориолиса становятся заметными. В 1972 г. он получил решение без предварительного разделения колебаний на сфероидальные и крутильные.

Последняя монография М.С. Молоденского, “Общая теория упругих колебаний”, вышла в свет в 1989 г. В ней развита теория возмущений. Ранее полученные результаты М.С. Молоденский обобщил и использовал для учета отклонения Земли от сферически симметричной модели. Рассмотрел он и случай вязкого земного ядра, а также предложил метод исключения физически нерелевантных флуктуаций плотности, возникающей в некорректной обратной задаче теории колебаний.

М.С. Молоденский работал до последних дней своей жизни. Он скончался 12 ноября 1991 г., на 83-м году. Значение его исследований для геофизики со временем становится все более очевидным.

*А.В. КОЗЕНКО,*

*доктор физико-математических наук*

---

## *Информация*

---

### **Найдены бактерии на Марсе?**

NASA объявило, что на Марсе обнаружены признаки органической жизни. Впервые получены данные о том, что на Красной планете могут существовать бактерии, по всей видимо-

сти, под поверхностью, где они защищены от холода и жесткого ультрафиолетового излучения. Важнейшим признаком их присутствия стали данные о высоком содержании метана в облачном покрове Марса. Метан – один из важнейших продуктов жизнедеятельности бактерий. Ученые предполагают, что микроорганизмы, принадлежащие к классу метаногенов, обитают в слоях вечной мерзлоты, лежащих очень близко к поверхности

планеты. Если под слоями льда на Марсе находится жидкая вода, то она представляет собой идеальную среду для размножения таких микроорганизмов. Первые данные о высоких концентрациях метана в атмосфере Марса получены еще в 2004 г. европейской АМС “Марс Экспресс”, а сейчас даже обнаружены метановые облака.

*Пресс-релиз NASA,  
18 января 2009 г.*

## Александр Евгеньевич Ферсман

*Троих ученых называют основоположниками геохимии и кристаллохимии. Это американец Франк Кларк (1847–1931), норвежец Виктор Мориц Гольдшмидт (1888–1947) и наш соотечественник Александр Евгеньевич Ферсман, 125 лет со дня рождения которого отмечалось в ноябре 2008 г.*

*А.Е. Ферсман – выдающийся русский геолог и организатор науки, создатель школы геохимии и минералогии, первооткрыватель многих рудных и нерудных месторождений, основоположник геохимии ландшафта, космохимии, первый исследователь техногенеза, талантливейший популяризатор и пропагандист науки. Его называли российским “богом минералогии”.*



*Александр Евгеньевич Ферсман (1883–1945).*

С ДЕТСТВА ПОЛЮБИЛ ОН КАМНИ...

*“Камень владел мною, моими мыслями, желаниями, даже снами...”*

*А.Е. Ферсман*

А.Е. Ферсман родился 27 октября (8 ноября) 1883 г. в Санкт-Петербурге. Отец его, Евгений Александрович, – архитектор, большой любитель и знаток музыки, ставший генералом и военным атташе России в Греции. Мать, Мария Эдуардовна, глубоко увлекавшаяся литературой, принадлежала к семье потомственных ученых Кесслеров. Вместе с родителями юный Саша проводил лето в имении брата матери, химика Э.А. Кесслера, в Крыму; именно там впервые он познакомился с бесконечно

разнообразным и полным красоты миром камня. Это детское увлечение продолжилось в поездках с родителями в Грецию, на знаменитые мраморные разработки на Принцевых островах, на минеральные источники Карлсбада. Неизгладимое впечатление произвело на мальчика посещение известного своими богатыми коллекциями Венского минералогического музея. У Александра не было сомнений в выборе пути: закончив с золотой медалью гимназию, он поступил в 1901 г. на естественнонаучное отделение физико-математического фа-



Саша Ферсман в семилетнем возрасте, перед поступлением в Одесскую классическую гимназию. 1890 г.

культета Новороссийского университета, находившегося в Одессе.

На какое-то время его постигло разочарование: в преподавании минералогии тогда преобладал формальный, чисто описательный подход, не учитывавший происхождение минералов, их развитие и взаимодействие с окружающей средой. Но студент Ферсман перевелся в Московский университет, где его учителем стал молодой профессор **В.И. Вернадский** (1863–1945), говоривший в своих лекциях о Земле как о грандиозной химической лаборатории. На два курса старше Ферсмана учился Борис Бугаев (будущий поэт Андрей Белый), вместе они с большим интересом ходили слушать лекции великого историка В.В. Ключевского. Но Ферсмана целиком захватили геология, геохимия и минералогия. Он участвовал в геологических экскурсиях по каменоломням Подмосковья, организованных В.И. Вернадским, который стал первым наставником молодого геолога. Именно по его

рекомендации Александр Ферсман был оставлен после окончания учебы на кафедре минералогии, а в 1907 г. командирован для повышения квалификации в Западную Европу: во Францию, Италию, Германию.

“АЛМАЗНЫЙ ПЕРИОД” ФЕРСМАНА

*“Величайшие законы кристаллографии  
вытекали из мельчайших деталей  
строения алмазов...”*

*А.Е. Ферсман*

В 1908–1909 гг., работая в Гейдельбергском университете, в Германии, с выдающимся норвежским геохимиком В. Гольдшмидтом, А.Е. Ферсман стал горячим приверженцем геохимического направления в минералогии. Вместе с Ферсманом В. Гольдшмидт изучал структуру и генетику алмазов различных видов, стремясь раскрыть тайну происхождения этого удивительного минерала. На примере алмаза Ферсман убедился в том, что не только химический состав определяет свойства минералов, но и взаиморасположение атомов в кристаллической решетке, и что исключительно велики возможности чудесных превращений в мире минералов. Его удивило то, как ничтожный, казалось бы, сдвиг атомов превращает мягкий черный углерод в прозрачный сверхтвердый алмаз. Во всесторонних лабораторных исследованиях алмазов Ферсман применил теодолитный столик, изобретенный русским кристаллографом **Е.С. Фёдоровым** (1853–1919). Он рассмотрел и измерил множество кристаллов, и вместе с В. Гольдшмидтом написал по-немецки и издал фундаментальный труд *Der Diamant* (“Алмаз”), вышедший в свет в 1911 г. К тому времени основатель геохимической школы в геологии В. Гольдшмидт перестал заниматься алмазами. Ферсман же в Минералогическом кабинете университета под руководством В.И. Вернадского продолжал развивать свою теорию происхождения алмазов в глубоких недрах земной коры при очень высоких давлении и температуре. Понимание условий возникновения природных алмазов откры-

вало пути к искусственному получению сверхтвердых кристаллов. За первые успехи в минералогических исследованиях Ферсману вручена Золотая медаль А.И. Антипова, учрежденная в 1907 г. Минералогическим обществом для поощрения молодых ученых. Этот период своей деятельности Александр Евгеньевич называл “алмазным”.

С течением времени в сферу его интересов входит все безграничное разнообразие минералов. Он стремится понять их происхождение и чудесное преобразование в процессе развития под влиянием изменчивой окружающей среды. А.Е. Ферсман обосновал понятие о геохимических эпохах Земли, геохимических провинциях, зонах и особенно богатых полезными ископаемыми узлах, образующихся на пересечении разнородных геохимических систем. В монографии “Цвета минералов” (1936), он показал, что минералы меняют свою окраску в зависимости от многих причин (валентность ионов, поляризация, температуры образования и однородности кристаллической решетки). В цвете минерала зашифрована длительная и сложная история его происхождения и развития.

#### СРЕДИ УРАЛЬСКИХ САМОЦВЕТОВ

*“Что может быть интересней и прекрасней этой тесной связи между глубокими законами распределения химических элементов в земной коре и распространением в ней живых цветов – драгоценных камней!”*

А.Е. Ферсман

В 1911 г. большая группа преподавателей Московского университета подала в отставку из солидарности со студентами, выступившими против запрета хоронить Льва Толстого по православному обряду. Среди потерявших работу оказался Ферсман, и Вернадский предложил ему поехать вместе на Южный Урал. Ферсман участвовал в Радиевой экспедиции своего учителя, а потом на склонах Ильменских гор, в долине реки Миасс, отделившей этот хребет от Большого Урала, познакомился с необыкновенным минеральным богатством, сказочным царством уральских камней-са-

моцветов. Встреченное здесь необычайное разнообразие кристаллов всевозможных цветов и оттенков подтвердило мысль о том, что минералы живут и развиваются, как и вся кажущаяся неподвижной твердая земная кора. Ильменские горы известны искусными мастерами-поделочниками, “горщиками”, издавна обрабатывавшими цветные камни Урала. У Ферсмана родилась мечта о создании в Ильменах заповедника минералов и самоцветов. И такой заповедник, единственный в мире, был создан, но только в 20-х гг. XX столетия.

В 1912 г. А.Е. Ферсман посетил другое уникальное место на Урале – знаменитую своими цветными камнями Мурзинку. О ней он потом писал: *“Трудно во всем мире назвать другой уголок земного шара, где бы было сосредоточено большее количество ценнейших самоцветов...”* Горщики несли ему для коллекции “щетки” горного хрусталя, дымчатый кварц, бериллы, турмалины, изумруды, аметисты различных оттенков. Через 70 лет в Мурзинке открылся Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана – филиал Нижнетагильского заповедника. Это результат изучения Мурзинского пегматитового поля, проведенного знаменитым геохимиком-минералогом. Он обнаружил связь образования драгоценных и полудрагоценных кристаллов с пронизывающими массу магматических пород пегматитовыми жилами. Кристаллизация происходит при охлаждении наполняющих жилы магматических горячих растворов. От условий кристаллизации зависят форма, цвет и размер кристаллов. Гордость современного музея в Мурзинке – его самый крупный экспонат: сросток кристаллов полевого шпата “Черная мадонна” высотой полметра.

По возвращении с Урала А.Е. Ферсман избран профессором Народного университета А.Л. Шанявского, где он (и одновременно на Высших женских Бестужевских курсах) прочитал курс лекций по минералогии.

Огромную коллекцию, одну из сотен, собранных им на протяжении всей жизни, Ферсман передал Минералогическому музею Академии наук, директором

которого он стал в 1919 г. К тому времени А.Е. Ферсман – автор уже более 40 научных статей, некоторые из них по всеохватности содержания выглядели как маленькие монографии. Первой такой работой были “*Материалы к минералогии острова Эльба*” (1909), названные им “путевыми заметками”. За шесть недель, проведенных на этом сравнительно небольшом острове, Ферсман описал все его минеральное богатство, впервое занявшись изучением пегматитовых жил, изобилующих кристаллами драгоценных камней, которым в дальнейшем посвятит специальную монографию. В ней он доказал, что пегматит не разновидность гранита, как считалось, а продукт перекристаллизации остаточной гранитной массы при понижении ее температуры.

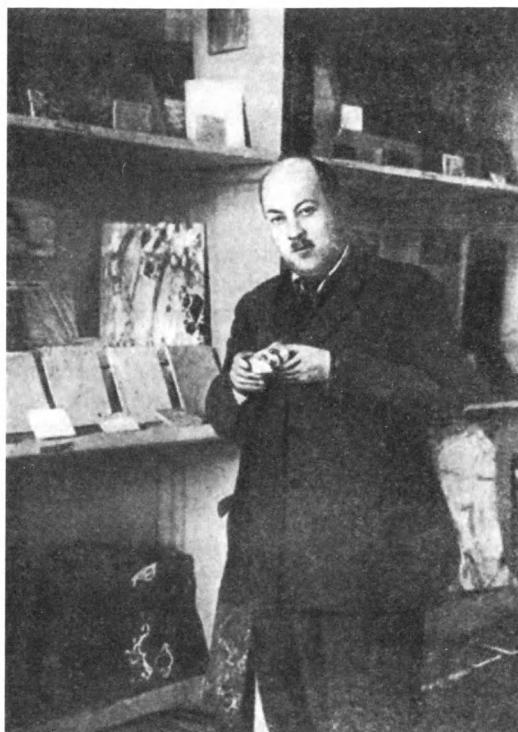
#### АПАТИТЫ, ХИБИНЫ И ГОРНАЯ СТАНЦИЯ “ТИЕТТА”

*“...Самыми яркими в моей жизни были впечатления от Хибин – целого периода эпосы, который почти 20 лет... владел всем моим существом...”*

*А.Е. Ферсман*

С началом Первой мировой войны в России остро встал вопрос о стратегическом минеральном сырье. Комиссия по изучению естественных производительных сил России (КЕПС), секретарем которой был утвержден в 1915 г. А.Е. Ферсман, установила, что в добываемом в стране минеральном сырье содержится всего 31 химический элемент Периодической системы Менделеева, в то время как 30 приходится ввозить из-за границы. По личному поручению В.И.Вернадского Александр Евгеньевич отправился в Забайкалье на поиски алюминиевого сырья. Двухлетняя экспедиция не дала результатов, и Ферсман признал ошибочность своего прогноза. Пройдут годы, и он же найдет способ промышленного получения алюминия из нефелина, который на 90% составляли отбросы (“хвосты”) апатитовых обогатительных фабрик.

Летом 1919 г. в возрасте 36 лет А.Е. Ферсман был единогласно избран в



А.Е. Ферсман в Минералогическом музее Академии наук СССР. 1925 г.

Петрограде действительным членом Российской академии наук. Ему поручили обследовать вместе с президентом Академии академиком **А.П. Карпинским** (1846/47–1936) и геологом **А.М. Герасимовым** спешно построенную во время войны Мурманскую железную дорогу. Она проходила по территории, только что освобожденной от английской оккупации. Специальный поезд прошел в глубь Хибинского горного массива, и со станции Имандра отряд отправился в первые маршруты. К участию в них Ферсман привлек студентов Географического института в Петрограде, ректором которого он вскоре становится. Возглавив группу молодых энтузиастов, он знакомится с Хибинами, которым отдаст потом 25 лет своей жизни. Геологи идут оленьими тропами, карабкаются по крутым каменистым склонам, пробираются через болота, атакованные тучами беспощадных комаров, выходят к краси-



вейшим горным озерам Большой и Малый Вудъявр, к горе Юкспор и на плато Кукисвумчорр. В 1920 г. длина маршрута



А.Е. Ферсман в Хибинской экспедиции. 1929 г.

составила 87 км, в следующем году – 270 км, а в 1922-м – более тысячи... В результате найдено около 90 месторождений редких металлов. Невиданные прежде минералы получили названия. Среди них – буроватые кристаллы, не более сантиметра в поперечнике, не встречаемые нигде, кроме тундры на горе Юкспор. Этот минерал (титано-ниобиевый силикат) участники экспедиции назвали ферсманитом (см. стр. 4 обложки). А сам Ферсман внезапно увидел близ железнодорожной станции Полярный Круг, как он вспоминал, “свой камень”, разновидность полевого шпата, названный им “беломоритом”. Он описал находку в книге *“Воспоминания о камне”*: *“...не камень, а Белое море... Заходящие лучи Солнца иногда поднимали из глубин какие-то красноватые огоньки; си-нева леса была подернута... полярной дымкой, без которой нет нашего Севера и его красот... Камень отражал бледно-синие глубины Белого моря...”*

А на плоской, как стол, поверхности Хибинской тундры, в однообразной, голой северной пустыне обнаружено главное – нагромождение изверженной горной породы, отдаленно напоминающей гранит. Это нефелиновый сиенит, главное богатство Хибин, россыпи которого пронзают жилы с шестигранными кристаллами зеленоватого апатита. Этот загадочный минерал вводил в заблуждение ученых непостоянством своего внешнего вида, почему его и назвали так, от греческого слова “апатио” (обманчивый). А.Е. Ферсман доказал, что в Хибинах находится единственное в мире магматическое месторождение апатитов. Он обследовал весь Кольский полуостров и открыл множество других месторождений.

Основные его геохимические идеи родились именно в хибинских “тундрах”. Он

А.Е. Ферсман с образцом апатита из Хибинского месторождения. 1939 г.



стал директором созданной им научной горной станции в Хибинах с саамским названием «Тьетта», превратившейся в Кольский научный центр АН СССР.

В 1928 г. он был удостоен премии им. В.И. Ленина, а в 1942 г. – Государственной премии СССР I степени за труд «Полезные ископаемые Кольского полуострова».

ЗА СЕРОЙ – В КАРАКУМЫ

*“Контрасты и крайности определяют характер пустыни... в которой тенистый оазис – лишь небольшой кусочек природы, затерянный в мире желтых, бурых и красных красок”.*

*А.Е. Ферсман*

Прервав на время полевые работы в Хибинах, А.Е. Ферсман совершил три поездки в Среднюю Азию вместе с геологом **Д.И. Щербаковым** (1893–1966; впоследствии он сменил А.Е. Ферсмана на

*Горная станция «Тьетта», основанная в Хибинах А.Е. Ферсманом.*

посту академика-секретаря Отделения геолого-географических наук АН СССР).

Цель этих поездок – изыскание рудных месторождений, пригодных для промышленной разработки. Считалось, что в Средней Азии их нет, но А.Е. Ферсману удалось доказать обратное, и с его именем связано развитие в среднеазиатских республиках цветной металлургии. Важнейшей задачей экспедиции было найти месторождение серы, которую тогда нашей стране приходилось ввозить из-за границы. По слухам, она присутствовала в гигантских песчаных буграх пустыни Каракум. Для Ферсмана знакомство с пустыней означало возможность исследовать влияние высоких температур раскаленных песков на процессы минералообразования.

Путь через пески, иссушающий дневной зной, ночные морозы и пыльные бу-

ри был нелегким. Но после 20-дневного перехода каравана верблюдов через Каракумы найдены песчаные бугры с месторождением самородной серы и дан ответ геохимика на вопрос о ее происхождении, которое связывали с древним вулканизмом. Это представление отвергнуто им как неверное, и предложено другое объяснение.

Концентрированные солевые рассолы, образовавшиеся в лагунах моря, некогда плескавшегося на месте пустыни, скапливаются под коркой такыров и поднимаются к нагретой поверхности, где сера кристаллизуется при участии серобактерий. *“Море и солнце родили серу”*, – заключил свой анализ А.Е. Ферсман. Он увидел сходство геохимических процессов в холодных полярных и жарких южных пустынях. В северной же холодной тундре роль Солнца выполняло тепло недр.

В третий раз Ферсман посетил Каракумы, участвуя в автопробеге через пустыню, мимо построенного в ней завода по производству серы. В Ашхабаде его ждал срочный вызов в Хибинь. И он вернулся в страну, которую называл *“окаменелой сказкой природы”*. Основные его геохимические идеи родились именно в Хибинских тундрах.

#### ОСНОВАТЕЛЬ КОСМОХИМИИ

*“Выйти за пределы земного шара и признать нашу земную оболочку лишь частью космоса, тесно связанной с ним в своей истории и в своих физических и химических судьбах...”*

*А.Е. Ферсман*

В огромном разнообразии минералов А.Е. Ферсман находил объединяющие их геохимические законы формирования и развития в определенных условиях окружающей среды. Он изучал геохимию ландшафта, а Периодическую таблицу элементов великого химика Д.И. Менделеева называл *“путеводной звездой”* геохимика и *“компасом”* в поиске полезных ископаемых. Менделеевская система, по его мнению, связала проблемы строения атомного ядра и ко-

личество атомов каждого элемента во Вселенной. Еще в 1923 г. А.Е. Ферсман опубликовал статью *“Химические элементы Земли и космоса”*, в которой предложил *“признать нашу земную оболочку лишь частью космоса”*. Он первым стал рассматривать строение и состав Земли как космического тела, обнаружив сходство ее с другими небесными телами. Вслед за Ф. Кларком Ферсман вычислил химический состав Земли и установил, что почти на 80% его определяют всего три элемента – железо, кислород и кремний. Распространенность отдельных элементов, например железа, кальция и натрия, очень велика, в то же время сравнительно редко встречаются атомы золота, серебра, платины и особенно таких металлов, как таллий, германий, индий. Это определяется строением атома, энергетической устойчивостью атомного ядра, его способностью противостоять радиоактивному распаду. А.Е. Ферсман стал основателем космохимии, утверждая: встречаемости элементов в мировом пространстве и на Земле должны соответствовать, что и следует учитывать при поиске полезных ископаемых.

Из 2 тыс. известных минералов 1500 встречаются на Земле и других планетах очень редко. Только 200–300 более или менее знакомы людям. Такие редко встречаемые металлы, как литий, ниобий, тантал, бериллий, цезий, присутствуют в некоторых минералах в ничтожных количествах. Их очень трудно извлекать из минералов, в которые они проникают, замещая в кристаллических решетках сходные по размерам атомы, но именно они оказываются очень важными добавками во многих производствах.

А.Е. Ферсман разработал геоэнергетическую теорию, согласно которой важны размеры ионов, включенных в кристаллическую решетку, их радиус и вклад каждого атома в общую энергию решетки. К изучению земных недр и поиску полезных ископаемых А.Е. Ферсман подходил с геохимической точки зрения. Он убедился в химическом единстве Земли и космоса, изучая химический состав метеоритов и небесных тел. Геохи-

мию он считал частью космохимии, которой посвятил ряд своих работ. В то же время он признавал: *“Наши знания по химии космоса лишь сейчас начинают сливаться в отрывки общей картины. Никакая стройная, научно-обоснованная теория еще не может быть построена”*.

НЕПРЕВЗОЙДЕННЫЙ “ПОЭТ КАМНЯ”

*“Нужно вне узких рамок сухих научных трактатов открывать перед людьми прекраснейший мир природы камня... Именно сейчас нам нужно идти по... путям соединения искусства и науки”*.

А.Е.Ферсман

Александр Евгеньевич был человеком поистине титанической энергии и работоспособности, несмотря на то что он всю жизнь страдал от врожденной, неизлечимой болезни печени. В его библиографическом списке – 1500 публикаций, среди которых несколько монографий. Издано семь объемистых (более 800 страниц в каждом) томов его Избранных произведений. Посетив с поисковыми экспедициями многие регионы Советского Союза, он стал первооткрывателем ряда месторождений полезных ископаемых.

А.Е. Ферсман был председателем многих академических комиссий (в том числе по метеоритам, геотермике, изучению Якутской АССР, подготовке проведения Полярного года в Арктике), членом Международной метеорологической комиссии, Международного общества “Аэроарктик”, председателем научного совета Таджикско-Памирской экспедиции и созданного им Уральского филиала АН СССР, вице-президентом Московского общества испытателей природы (МОИП).

Когда в 1937 г. в Москве состоялся XVII Международный геологический конгресс, Ферсман был утвержден его генеральным секретарем. Его избирали почетным членом геологических и минералогических обществ Германии и Великобритании. В 1943 г. Лондонское геологическое общество наградило академика А.Е. Ферсмана “за выдающиеся за-

слуги в геологии” медалью Волластона, выбитой из палладия в честь первооткрывателя этого редкого металла. Получив награду, Ферсман встал в один ряд с получившими ее до него. А это были великие классики естественных наук; немецкий геолог **Леопольд фон Бух** (1774–1853), француз **Эли де Бомон** (1798–1874), англичане **Р. Мурчисон** (1792–1871), **Ч. Лайель** (1797–1875) и **Ч. Дарвин** (1809–1892), австриец **Э. Зюсс** (1811–1914). Но даже в этом ряду он выделяется тем, что был совершенно непревзойденным популяризатором науки. “Поэтом камня” назвал А.Е. Ферсмана писатель А.Н. Толстой, а Максим Горький писал ему из Сорренто: *“...вы подлинный художник”*.

Всегда невероятно загруженный организаторской и научной работой, Александр Евгеньевич находил возможность, даже считал необходимым, обращаться к широкой читательской аудитории с популярным рассказом о той науке, которой он был беспредельно предан и занимался всю свою жизнь с юношеским увлечением. Собственно, началось оно с возникшего еще в детстве удивления красоте и разнообразию мира камней, кристаллов, минералов. Он любил этот мир и страстно захотел разгадать его тайны, понять его, поняв, рассказать о нем людям.

Первые книги А.Е. Ферсмана – *“Драгоценные и цветные камни России”* (1920) и *“Самоцветы России”* (1921) – были, по сути, научно-популярными. Их заметил “классик популяризации” Я.И. Перельман и предложил ему написать *“Занимательную минералогию”*. Она вышла в 1928 г. Такой же можно считать и вышедшую в Петрограде в 1922 г. книгу *“Время”*. В ней А.Е. Ферсман вычисляет хронологию мира, двигаясь назад от сегодняшнего мгновения. Эта небольшая книга заканчивается словами: *“...из неведомого грядущего в невозвратное прошлое переносится поток времени. В этом – закон мироздания, еще не познанный закон неумолимой судьбы”*. Изучая минералы, автор возвращался в прошлое, познавая причину их возникновения.

Следующая его книга, ставшая сразу же необыкновенно популярной, была



В.И. Вернадский и А.Е. Ферсман. 1940 г.

“Занимательная минералогия” (1928). Это яркое, увлекательное повествование о серьезнейших научных поисках. Написанная выразительным литературным языком, эта книга переиздавалась в нашей стране уже десять раз, тираж ее составил миллионы экземпляров.

Книга А.Е. Ферсмана “Воспоминание о камне” (первое издание вышло в 1940 г.) – настоящее художественное произведение. Она представляет собой собрание коротких новелл, рассказывающих о жизни ученого-геохимика, искателя минералов, исследователя законов их образования. Это цепь эпизодов из биографии автора, своеобразный “герой” каждого – тот или иной замечательный минерал. В этой книге, как, впрочем, и в других, даже сугубо научных, книгах, выразилось его восторженно-эмоциональное восприятие природы.

*“Я вижу, – писал Александр Евгеньевич, – как из глубин гранитов поднимаются расплавы закутанных в сплошной туман паров и газов жил пегматитов, в которых растут прекрасные прозрачные аметисты, бериллы и топазы. Я вижу, как наподобие ветвистого дерева поднимаются к солнцу горячие растворы – это дыхание земли, а сверкающие металлы... уже блестят кристаллами своих соединений на их стенках... Беспорядок и хаос превращаются на моих глазах в величайшие законы гармонии...”*

Опираясь на законы минералообразования, можно не только предсказывать обнаружение полезных ископаемых, но и создавать их “по заказу”, вмешиваясь в технологию разработки, воздействуя на химический состав породы. Думая о рукотворных полезных ископаемых, А.Е. Ферсман мечтал сделать их добычу



*Интерьер одного из залов Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана РАН.*

безотходной, ведь в природе отходов нет. Не должны они накапливаться и в результате человеческой деятельности. А.Е. Ферсман предвидел неизбежность перехода общества на рельсы устойчивого (ноосферного, по Вернадскому) развития.

В январе 1945 г. умер В.И.Вернадский, тесное общение Ферсмана с которым продолжалось многие годы. В изданном недавно томе их переписки – более двухсот писем. Всего на четыре месяца пережил своего учителя самый любимый его ученик. Той весной Александр Евгеньевич находился на лечении в одном из сочинских санаториев, работал над книгой *“История камня”* и жизнеописанием В.И. Вернадского. Обе эти работы незаконченными остались лежать на его столе. Он скончался 20 мая

1945 г., накануне намеченного отъезда в Москву, откуда собирался снова в Хибинь. Похоронен А.Е. Ферсман в Москве, на Ново-Девичьем кладбище.

В своей книге о В.И. Вернадском А.Е. Ферсман писал: *“Весь долгий жизненный путь... крупнейшего естествоиспытателя последнего столетия... это путь упорного труда и яркой творческой мысли, путь, открывающий целые новые области в науке... Еще стоит передо мной его прекрасный образ... облик человека редкой внутренней чистоты и красоты...”*

Эти слова в полной мере относятся и к самому А.Е. Ферсману.

*В.А. МАРКИН,  
кандидат географических наук*

## “Астрофизика высоких энергий – 2008”

*Всероссийская астрофизическая конференция “Астрофизика высоких энергий сегодня и завтра – 2008” прошла 24–26 декабря 2008 г. в Институте космических исследований РАН. В ней участвовало более 150 ученых, работающих в России и в ведущих европейских и американских научно-исследовательских центрах. Было представлено около 50 устных и 80 стендовых докладов. Конференцию провел Отдел астрофизики высоких энергий ИКИ РАН при поддержке Российской академии наук, Российского фонда фундаментальных исследований и благотворительного фонда “Династия”.*

В 2008 г. встреча астрофизиков проводилась уже восьмой раз (Земля и Вселенная, 2007, № 3; 2008, № 4). Как и раньше, она была посвящена обсуждению новых и ожидаемых в ближайшем будущем результатов экспериментальных и теоретических исследований крупномасштабной структуры Все-



ленной, взрывов сверхновых и гамма-всплесков, белых карликов, нейтронных звезд и черных дыр, ядер активных галактик и квазаров. На Конференции работало семь секций:

– “Физика аккреции, рентгеновская астрономия”,

– “Звездообразование, эволюция звезд”,

– “Космология, крупномасштабная структура Вселенной, скопления галактик”,

– “Гамма-всплески”,

– “Активные ядра галактик”,

– “Астрофизика сверхвысоких энергий”,

– «Обсерватория

“Спектр–Рентген–Гамма”».

На первой из этих секций обсуждались последние достижения в области рентгеновской астрономии и изучения физики аккреции на компактные объекты.

Профессор **Р.Р. Рафиков** (Принстонский университет, США) сделал обзор о *протопланетных дисках*, формирующихся около молодых звезд. Отличие таких дисков от аккреционных дисков вокруг релятивистских компактных объектов состоит в том, что они холодные и характеризуются очень малой степенью ионизации вещества. Тем не менее исследования протопланетных дисков позволяют лучше понять механизмы переноса углового момента при аккреции вещества на черные дыры и нейтронные звезды. Идеальной космической лабораторией для исследования физики аккреции на протяжении многих

лет является *рентгеновский источник SS433* (Земля и Вселенная, 1980, № 4; 1986, № 1). В этой двойной системе, вероятно, происходит “сверхкритическая” аккреция: вещество с поверхности звезды-компаньона перетекает с очень большим темпом в толстый диск, из которого затем попадает в черную дыру или выбрасывается наружу в виде тонких релятивистских струй (джетов). Академик **А.М. Черепашук** (ГАИШ МГУ) представил результаты наблюдений источника SS433 в жестком рентгеновском диапазоне, выполненные космической обсерваторией “Интеграл”. Напомним, что эта европейская обсерватория была выведена на орбиту в октябре 2002 г. российской РН “Протон”: четверть всех данных, полученных в ходе миссии, принадлежит российским ученым (Земля и Вселенная, 2003, № 2). По результатам тщательно спланированного мониторинга жесткого рентгеновского излучения от SS433 во время определенных фаз прецессии толстого аккреционного диска доказано, что компактный объект, входящий в двойную систему, действительно черная дыра, как и предполагалось ранее, причем измерена масса черной дыры – около  $5 M_{\odot}$ . Регистрируемое жесткое рентгеновское излучение, по всей видимости, рождается в протяженной горячей короне аккреционного диска, вблизи основания джетов. В рамках модели сверхкритической аккре-



Профессор **Р.Р. Рафиков** (Принстонский университет, США) выступает с докладом “Протопланетные аккреционные диски”.

ции ожидается, что толстый диск должен быть также мощным источником ультрафиолетового излучения. Это предсказание блестяще подтверждается результатами оптической спектроскопии газовых волокон вблизи SS433 и туманностей, окружающих *ультраяркие рентгеновские источники* в близких галактиках. Об этом рассказал доктор физико-математических наук **С.Н. Фабрика** (Специальная астрофизическая обсерватория РАН) в докладе “*Диагностика центральной машины ультраярких рентгеновских источников и SS433 по окружающим туманностям*”. Оказывается, во всех этих объектах наблюдается сильно ионизованный газ, свойства которого можно объяснить лишь тем, что он облучается мощным источником ультрафиолетовых фотонов со светимостью примерно



Кандидат физико-математических наук С.Б. Попов (ГАИШ МГУ) в докладе "Одиночные молодые нейтронные звезды" представил результаты анализа образования различных классов одиночных нейтронных звезд.

$10^{40}$  эрг/с. Именно такие значения предполагаются для сверхкритических аккреционных дисков около черных дыр.

Наряду с черными дырами на Конференции обсуждались проблемы нейтронных звезд и белых карликов. Кандидат физико-математических наук **С.Б. Попов** (ГАИШ МГУ) говорил о том, как связаны между собой классы одиночных нейтронных звезд, например *аномальные рентгеновские пульсары, источники повторных гамма-всплесков*, объекты Великолепной семерки (близкие остывающие нейтронные звезды), *транзиентные радиоисточники*. Он обратил внимание на то, что суммарное число нейтронных звезд различных классов существенно выше, чем ожида-

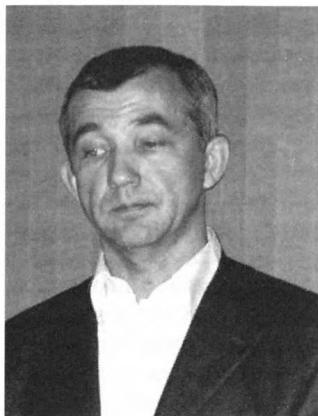
лось. Такой вывод сделан на основе оценок частоты взрывов массивных сверхновых звезд в Галактике. Возможно, это связано с тем, что подклассы нейтронных звезд на самом деле идентичны между собой по происхождению и просто наблюдаются на различных стадиях эволюции, при этом важную роль играет распад магнитного поля нейтронной звезды со временем, предсказанный теоретиками. Однако некоторые наблюдательные факты свидетельствуют о том, что существуют и изначально различные популяции нейтронных звезд. Более полную ясность в этот вопрос сможет внести чувствительный рентгеновский обзор всего неба, который планируется выполнить с помощью космической обсерватории "Спектр-Рентген-Гамма" (Земля и Вселенная, 2001, № 4).

На предыдущей Конференции уже говорилось, что российские ученые практически решили долгое время мучавшую астрофизиков загадку о природе протяженного рентгеновского излучения нашей Галактики. Ранее была популярна гипотеза, что это излучение рождается в горячем межзвездном газе, но оставалось непонятным, откуда берется колоссальная энергия, требуемая для подогрева этой плазмы. Проанализировав детальные карты протяженного рентгеновского излучения и результаты подсчетов рентгеновских источников вблизи Солнца, иссле-

дователи пришли к выводу, что рентгеновское сияние "хребта" Галактики на самом деле является суммой излучения многих тысяч и миллионов слабых рентгеновских источников – *аккрецирующих белых карликов и звезд с активными коронами* (Земля и Вселенная, 2007, № 6). В этот раз доктор физико-математических наук **М.Г. Ревнивцев** (ИКИ РАН) представил новые наблюдательные данные, подтверждающие такой вывод. Сверхглубокие (время экспозиции – миллион секунд) наблюдения области неба вблизи центра Галактики с помощью космической рентгеновской обсерватории "Чандра" позволили разделить почти весь поток рентгеновского излучения на отдельные точечные источники. Продолжил эту тему кандидат физико-математических наук **Р.А. Кривонос** (ИКИ РАН), сообщивший результаты наблюдений в мягком гамма-диапазоне энергий (200–300 кэВ) космической обсерватории "Интеграл" протяженного излучения Галактики. Замечен переход от доминирования совокупного излучения слабых рентгеновских источников к истинно диффузному излучению – гамма-фону Галактики, который формируется в результате взаимодействия космических лучей с межзвездной средой.

Статистические свойства различных популяций галактических рентгеновских источников обсуждались на секции "Звездообразование, эволюция

звезд”. Так, доктор физико-математических наук **Л.Р. Юнгельсон** (Институт астрономии РАН) дал оценку вероятности осуществления возможных сценариев образования и эволюции источников рентгеновского излучения и гравитационных волн и предшественников сверхновых типа Ia в тесных двойных системах малых и умеренных масс. Сверхновые Ia появляются в результате термоядерного взрыва белого карлика, когда его масса превысит предельную в  $1.4 M_{\odot}$  (предел Чандрасекара). Доктор физико-математических наук **М.Р. Гильфанов** (ИКИ РАН) поделился данными рентгеновских наблюдений, свидетельствующих о том, что превышение критической массы происходит в результате слияния двух белых карликов. Такой сценарий реализуется в природе значительно чаще, чем другой – перетекание вещества со звезды-компаньона на белый карлик. Это следует из того, что во втором случае можно ожидать значительного суммарного рентгеновского излучения от предшественников сверхновых Ia, но оно не регистрируется в ближайших галактиках. В частности, измеренный поток рентгеновского излучения из балджа Туманности Андромеды (за исключением ярких рентгеновских источников) позволяет сделать вывод, что не более 10% сверхновых типа Ia происходят в результате аккреции вещества на белые карлики и, сле-



Доктор физико-математических наук **М.Р. Гильфанов** (ИКИ РАН) выступил с докладом “Предшественники сверхновых Ia”.

довательно, они возникают в основном при слиянии пар белых карликов.

На секции “Космология, крупномасштабная структура Вселенной, скопления галактик” активно обсуждались проблемы космологии, начиная с инфляционной модели происхождения Вселенной и заканчивая ростом крупномасштабной структуры Вселенной в современную эпоху. Профессор **В.М. Муханов** (Университет Людвига-Максимилиана, Германия) рассказал о предпосылках и истории возникновения *теории инфляции* в 1970-е гг. и продемонстрировал, что она прекрасно согласуется со всеми имеющимися на сегодня наблюдательными данными и поэтому может служить основой для всех космологических исследований. Один из наиболее актуальных вопросов космологии и физики сегодня – природа **темной энергии**,

из которой в основном состоит Вселенная. Член-корреспондент РАН **А.А. Старобинский** (Институт теоретической физики РАН) рассмотрел совокупность современных наблюдательных данных о далеких сверхновых, пространственном распределении галактик и спектре угловых флуктуаций реликтового излучения. Эти результаты убедительно показывают, что Вселенная в настоящий момент расширяется с ускорением, а в прошлом (при красных смещениях больше 0.7) ее расширение было замедленным. Это приводит к выводу о том, что примерно 70% полной плотности Вселенной составляет темная энергия, являющаяся небарионной, однородной субстанцией, обладающей отрицательным давлением, то есть отталкивающей силой. Простейший вариант темной энергии, согласующийся со всеми имеющимися наблюдательными данными, – космологическая постоянная, введенная еще А. Эйнштейном. Совершенно независимое подтверждение присутствия темной энергии во Вселенной получено недавно после сравнения свойств скоплений галактик на малых и больших красных смещениях, о чем доложил руководитель группы исследователей доктор физико-математических наук **А.А. Вихлинин** (ИКИ РАН; Гарвард-Смитсоновский астрофизический центр, США). Астрономы “проследили” за ростом скоплений галактик в течение по-



Доктор физико-математических наук К.А. Постнов (ГАИШ МГУ) рассказал о том, что темная материя не может состоять из массивных гравитонов.

следних 7 млрд. лет, воспользовавшись данными космической рентгеновской обсерватории “Чандра”. С ее помощью были получены снимки и оценены массы более 80 скоплений. Оказалось, что иерархический рост скоплений галактик явно замедлился в последние миллиарды лет, как если бы их росту под действием гравитационного притяжения мешала некая “вселенская пружина”. Таким образом, существование темной энергии теперь доказано способом, совершенно независимым от данных о далеких сверхновых.

На Конференции обсуждалась не только темная энергия, но и **темная материя**, другая загадочная субстанция, из которой примерно на четверть состоит Вселенная. Специалистами в области физики частиц предложено огромное количество кандидата-

тов на роль “кирпичей”, из которых может состоять темная материя, но имеющиеся наблюдения позволяют исключить лишь некоторые из многочисленных моделей. Так, доктор физико-математических наук **К.А. Постнов** (ГАИШ МГУ) подчеркнул, что, по данным прецизионных наблюдений миллисекундных пульсаров (быстро вращающихся замагниченных нейтронных звезд), не более чем малая доля темной материи во Вселенной состоит из массивных гравитонов. Обсуждались и новые свидетельства присутствия темной материи во Вселенной. **Дисковые галактики**, подобные нашей Галактике, идеально подходят для экспериментального измерения их массы. Действительно, наблюдая за скоростью вращения звезд и газа по доплеровскому смещению эмиссионных линий в оптическом и радиодиапазоне, применив закон Кеплера, мы получим полную массу дисковых галактик в пределах их радиуса. Подобные измерения убедительно доказывают, что темная материя доминирует над звездами на больших расстояниях от центров галактик. Гораздо сложнее ситуация с **эллиптическими галактиками** и скоплениями галактик, где нет четко выраженного вращения. В докладе члена-корреспондента РАН **Е.М. Чуразова** (ИКИ РАН) отмечено, что ситуацию “спасают” рентгеновские наблюдения, позволяющие измерить полный гра-



Доктор физико-математических наук Г.М. Бескин (САО РАН), посвятивший свой доклад новым методам наблюдения гамма-всплесков на ранних стадиях.

витационный потенциал этих объектов по распределению горячего газа. Такие данные показывают, что эллиптические галактики и скопления имеют схожие по форме профили потенциала, значит темная материя доминирует повсеместно, за исключением центральных областей галактик.

На заседании секции “Гамма-всплески” затрагивался ряд интересных проблем. В последнее время большие надежды в понимании природы этих мощных космических взрывов связаны с появлением достаточно чувствительных широкоугольных мониторов, с помощью которых можно наблюдать на самых ранних стадиях оптические транзиенты, сопровождающие гамма-всплески. Доктор физико-математических наук **Г.М. Бескин** (Специальная астрофизическая обсерватория РАН)

рассказал о стратегии таких наблюдений с помощью аппаратуры, которая позволяет обнаруживать вспышки ярче  $10\text{--}11^m$  с временным разрешением 0.13 с. С помощью широкополосной камеры ТОРТОРА (в переводе с итальянского – голубка, горлица), установленной в Чили на телескопе-роботе REM (Rapid Eye Mount – быстрый глаз), российские ученые вместе с иностранными коллегами провели уникальные наблюдения оптического гамма-всплеска GRB080319B. Этот гамма-всплеск можно было увидеть невооруженным глазом, его блеск в максимуме составил  $5^m$ . Впервые ученые построили кривую блеска вспышки до, в течение и после гамма-всплеска, и в результате получили уникальный материал для исследования механизмов формирования релятивистских струй и генерации излучения во время гамма-всплесков.

Другая традиционная тема Конференции – активные ядра галактик (АЯГ) – обсуждалась на одноименной секции. Доктор физико-математических наук **А.Д. Каминкер** (Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН) сообщил результаты статистического анализа исследований большого числа (свыше 20 тыс.) абсорбционных особенностей, обнаруженных в оптических спектрах нескольких сотен квазаров. Удалось получить информацию о крупномасштабном распределении вещества во



*Доктор физико-математических наук А.Д. Каминкер (Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН). Тема его доклада – “Крупномасштабная структура Вселенной и распределение абсорбционных систем в спектрах квазаров”.*

Вселенной в интервале космологических красных смещений от 0 до 4. Оказалось, что распределение поглощающего вещества в направлении квазаров характеризуется регулярной последовательностью пиков и провалов. Это говорит о том, что в пространственном распределении межгалактического газа выделяются концентрические слои повышенной и пониженной плотности. При красных смещениях  $z > 1$  последовательность максимумов и минимумов становится строго периодичной с характерным масштабом около 100 Мпк. Таким образом, имеются основания говорить о существовании частично упорядоченных структур в крупномасштабном распределении материи во Вселенной.

Доктор физико-математических наук **С.Ю. Сазонов** (ИКИ РАН) представил новые результаты исследований активных ядер галактик, обнаруженных в жестком рентгеновском диапазоне в ходе обзора всего неба обсерватории “Интеграл”. В отличие от традиционных каталогов АЯГ, составленных по обзорам, выполненным в оптическом или мягком рентгеновском диапазоне энергий, эта выборка практически не страдает от эффектов селекции, связанных с поглощением излучения газопылевыми облаками внутри источника или на пути от источника к наблюдателю. Поэтому каталог “Интеграла” идеально подходит для проверки унифицированной теории, согласно которой различия между АЯГ первого и второго типа, такие как наличие или отсутствие широких эмиссионных линий в оптических спектрах, связаны лишь с ориентацией объекта по отношению к земному наблюдателю. Одно из предсказаний унифицированной теории состоит в том, что ультрафиолетовое излучение из аккреционного диска вокруг сверхмассивной черной дыры должно перехватываться внешними частями диска или толстым газопылевым тором и переизлучаться во все стороны в виде инфракрасного излучения. Поэтому АЯГ первого и второго типа не должны отличаться друг от друга в среднем инфракрасном диапазоне энергий. Информация о наблюдениях

АЯГ из обзора “Интеграл”, полученная космической инфракрасной обсерваторией “Спитцер”, в целом подтверждает правильность этого предположения, но указывает на некоторые отличия, которые еще предстоит интерпретировать.

На одном из заседаний обсуждались последние новости астрономических наблюдений в диапазоне очень высоких энергий. Профессор **И.В. Москаленко** (Стэнфордский университет, США) рассказал о перспективах исследований с помощью Космической гамма-обсерватории им. Э. Ферми (“GLAST”), выведенной на орбиту в июне 2008 г. (Земля и Вселенная, 2008, № 5, с. 58). Основной телескоп обсерватории, LAT, работает в диапазоне энергий 20 МэВ – 300 ГэВ. Этот телескоп выполнит обзор всего неба чувствительностью примерно в 20 раз лучше, чем в 1990-гг. телескоп EGRET, установленный на космической гамма-обсерватории им. Комптона (“CGRO”). Кроме того, новый обзор будет обладать рекордным угловым разрешением – менее 1 градуса дуги. Благодаря этим характеристикам предполагается обнаружить тысячи галактических и внегалактических источников гамма-излучения. Сведения, полученные обсерваторией им. Э. Ферми, помогут объяснить механизмы ускорения вещества до релятивистских скоростей вблизи черных дыр, а также природу гамма-всплесков, солнечных



*Доктор физико-математических наук А.М. Гальпер (МИФИ) поделился результатами эксперимента ПАМЕЛА: избыток позитронов может возникать при аннигиляции гипотетических частиц темной материи.*

вспышек, пульсаров, космических лучей и темной материи. Уже первые наблюдения, выполненные на этой обсерватории показали, что ее приборы работают с заявленными характеристиками, и, следовательно, в ближайшие месяцы можно ожидать сообщений о важных открытиях. С результатами еще одного эксперимента в области высоких энергий, ПАМЕЛА, участников Конференции познакомил доктор физико-математических наук **А.М. Гальпер** (Московский инженерно-физический институт). Этот эксперимент проведен с помощью спектрометра космических лучей, разработанного российскими и европейскими учеными и предназначенного для решения фундаментальных вопросов поиска антивещества, изучения природы

темной материи, процессов генерации и распространения галактического космического излучения и солнечных космических лучей. Прибор находится на российском научном ИСЗ “Ресурс-ДК1”, выведенном на околоземную орбиту в июне 2006 г. (Земля и Вселенная, 2007, № 1). Спектрометр рассчитан на работу в диапазоне энергий для электронов и протонов – от нескольких десятков МэВ до 200–300 ГэВ. В ходе эксперимента сделано важнейшее открытие: оказалось, что относительное содержание позитронов в общем числе зарегистрированных электронов и позитронов плавно растет с энергией выше примерно 10 ГэВ. Этот результат противоречит стандартным моделям рождения и распространения позитронов в Галактике, согласно которым позитроны рождаются в результате взаимодействия космических лучей (в основном протонов) с межзвездной средой, а их относительное количество должно уменьшаться с ростом энергии. Одно из предложенных объяснений результатов эксперимента ПАМЕЛА состоит в том, что избыток позитронов возникает в результате аннигиляции (взаимоничтожения) гипотетических частиц темной материи при столкновении друг с другом. Впрочем, пока нельзя исключить и другие объяснения, которые не выходят за рамки традиционной физики.

Перспективам работы российской космической

рентгеновской обсерватории “Спектр–Рентген–Гамма”, запуск которой запланирован на 2012 г., была посвящена одноименная секция Конференции. Сотрудники Отдела астрофизики высоких энергий ИКИ РАН рассказали о характеристиках приборов обсерватории и планируемых обзорах неба. На этой обсерватории будут установлены два зеркальных рентгеновских телескопа – eROSITA и ART-XC, создаваемые в Германии и России. Основные цели миссии: по данным о скоплениях галактик определить параметры расширения Вселенной и уточнить уравнение состояния темной энергии с точностью лучше 1%, а также исследовать

историю роста сверхмассивных черных дыр. В результате четырехлетнего обзора всего неба, который будет выполняться из точки Лагранжа L2, предполагается обнаружить все существующие (сотни тысяч) массивные скопления галактик в пределах горизонта Вселенной и несколько миллионов активных ядер галактик и квазаров, то есть в сотни раз больше объектов, чем известно сейчас. Обзор позволит зарегистрировать свыше 100 квазаров на красных смещениях  $z > 6$  и исследовать рост сверхмассивных черных дыр в ранней Вселенной. Чтобы миссия стала успешной, потребуется тщательно

спланированная программа оптического отождествления зарегистрированных рентгеновских источников и усилия российских астрономов. В программу обсерватории “Спектр–Рентген–Гамма” входит также наблюдение галактических источников рентгеновского излучения. Например, только звезд с корональной активностью, вероятно, будет обнаружено несколько миллионов. Таким образом, данными, полученными обсерваторией “Спектр–Рентген–Гамма”, воспользуются практически все российские астрофизики.

*С.Ю. САЗОНОВ,  
доктор физико-  
математических наук  
ИКИ РАН*

## НОВЫЕ КНИГИ

### Все тайны Солнца в одной книге

В 2008 г. в серии “Открытия, которые потрясли мир” вышла научно-популярная книга **“Биография Солнца”** (пер. с англ. М.: Эксмо). Ее автор – научный обозреватель всемирной информационной службы BBC, бывший сотрудник британской обсерватории Джодрелл Бэнк док-



тор *Д. Уайтхаус*. На ее страницах рассказывается о природе Солнца, его строении,

влиянии на Землю и ее обитателей. Книга начинается с экскурса в историю древнего мира и заканчивается современными представлениями о физике Солнца и других звезд. В книге 29 небольших глав, которым автор дал броские названия, вот некоторые из них: “Шелковые нити космоса”, “Развенчание божества”, “Убийство среди бела дня”, “Найдите место пожарче”, “Звук скрипки Страдивари”, “Убежище от бури”, “Путь из сердца Солнца”, “Всевидящее око Господне”.

Книга адресована самому широкому кругу читателей.

## Проблемы практической космологии

Ю. В. БАРЫШЕВ,

доктор физико-математических наук  
Астрономический институт им. В.В. Соболева СПбГУ

И. Н. ТАГАНОВ,

доктор физико-математических наук  
Русское географическое общество

Г. М. ИДЛИС,

доктор физико-математических наук  
А. Н. ЗЕМЦОВ,

кандидат геолого-минералогических наук

Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН

Термин “практическая космология” ввел в 1995 г. один из патриархов современной космологии Аллан Сэндидж (США) в лекции “23 проблемы астрономии для грядущих трех десятилетий”, прочитанной на конференции “Ключевые проблемы астрономии и астрофизики”. Этим термином А. Сэндидж подчеркивал, что космология как наука о реальной Вселенной должна в первую очередь опираться на астрофизические наблюдения, выполняемые с помощью современных инструментов, а не только на идеи, даже красивые. Следовательно, в круг задач практической космологии должно входить как получение новых наблюдательных данных, так и сравнение

конкурирующих теоретических идей через разработку системы критических тестов, позволяющих различать эти идеи.

Этим вопросам была посвящена международная конференция “Проблемы практической космологии” (23–27 июня 2008 г., Санкт-Петербург).

Конференция проходила в здании Русского географического общества, основанного в 1845 г. Она была поддержана Российским фондом фундаментальных исследований.

Организаторами Конференции выступили: Астрономический институт им. В.В. Соболева Санкт-Петербургского государственного университета (АИ СПбГУ), Главная астрономическая обсерватория РАН (Пулково), Специальная аст-

рофизическая обсерватория РАН (Н. Архыз), Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова (ИИЕТ) РАН, Русское географическое общество, астрономические обсерватории Лиона (Франция) и Турку (Финляндия), Центр Энрико Ферми и Институт комплексных систем в Риме (Италия).

Около 100 ее участников из России и зарубежных стран представили доклады о современном состоянии космологии как практической науки, основанной на фундаментальных экспериментальных данных и фактах наблюдений. Последние могут быть различным образом интерпретированы в рамках конкурирующих теоретических идей.



В зале заседаний Конференции.

БЛИЗИТСЯ ЛИ ЗАВЕРШЕНИЕ  
КОСМОЛОГИИ?

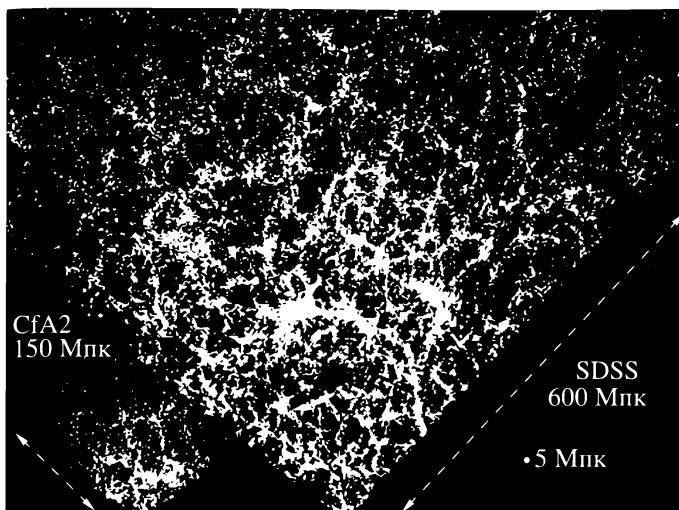
Конференция “Проблемы практической космологии” – современный взгляд на публичную дискуссию “Решена ли космология?” (1998) между двумя ведущими американскими космологами – **Джэймсом Пиблсом** и **Майклом Тернером**. Тогда появились первые данные о сверхновых на больших красных смещениях, из которых следовало, что модель Фридмана должна содержать космологическую постоянную, или, в более общем случае, “темную энергию” – субстанцию с отрицательным давлением. По

словам **Лауренса Краусса** (США), *“одно стало ясно, что стандартная космологическая модель 1980-х, в которой доминирует обычное вещество, оказалась мертва”*. Если Дж. Пиблс утверждал, что *“многие элементы космологии все еще находятся на опасном основании”*, то по мнению М. Тернера, *“весьма вероятно, что космология теперь решена”* в виде модели Фридмана с инфляцией, темной энергией и темной небарионной массой.

Удивительно, однако, что уже через пять лет Тернер опубликовал в американском научно-популярном журнале “Астрономия” статью под назва-

нием “Абсурдная вселенная”, в которой признал, что до сих пор не известен физический смысл темной материи, содержащей 95% массы Вселенной.

Действительно, результаты наблюдений последних лет показали, что космология далека от завершения. Появление на сцене таких новых сущностей, как темная энергия и небарионное темное вещество, которые не известны в лабораторной физике и при этом, согласно новой стандартной модели (включая эти новые компоненты материи), определяют всю динамику Вселенной, ясно свидетельствует об отсутствии необходимого



Срез трехмерного распределения галактик. В нижнем левом углу обозначен обзор 80-х гг. XX в. CfA глубиной 150 Мпк, в центре – современный обзор SDSS глубиной 600 Мпк. На карте видна структура размером около 500 Мпк, называемая “Слоановская Великая Стена”.

экспериментального обоснования теории. Поэтому актуален более тщательный анализ исходных принципов космологических моделей и возможности наблюдательной проверки более широкого круга теоретических идей. Обсуждению именно этих вопросов посвящалась Конференция. На ней были выделены следующие основные фундаментальные темы практической космологии:

- крупномасштабная структура Вселенной;
- эволюция галактик;
- Земля, Солнечная система и звездные скопления в космологии;
- физика гравитации в космологии;
- космологические модели и критические наблюдательные тесты.

#### КОСМОГРАФИЯ (КАРТОГРАФИЯ) ВСЕЛЕННОЙ

Заседание секции “Крупномасштабная структура Вселенной” началось с об-

зорного доклада **П. Теерикорпи** (Финляндия) об истории исследования пространственного распределения галактик. Затем в ряде докладов обсуждались статистические методы анализа данных и результаты их применения к различным выборкам галактик (**Ф. Силос Лабини** – Италия, **Р. Мэйси** – США и др.).

В последние годы в связи с появлением новых обзоров красных смещений галактик, позволяющих изучать пространственное распределение галактик, разгорелись острые дебаты вокруг крупномасштабной структуры Вселенной. Дело в том, что до 80-х гг. XX в. еще не было массовых измерений расстояний до галактик и астрономам приходилось изучать только распределение галактик на небесной сфере. Главный результат принстонской группы космологов, работавших под руководством Дж. Пиблса, – утверждение о том, что ис-

тинное пространственное распределение галактик однородно, то есть они равномерно заполняют Вселенную, как молекулы газа в комнате. И лишь на малых масштабах есть неоднородности вплоть до характерного масштаба, называемого длиной корреляции и равного 5 Мпк, а начиная с масштабов 15 Мпк Вселенная становится однородной. Это хорошо согласовывалось с главным фундаментальным предположением модели Фридмана, основанной на математическом упрощении уравнений Эйнштейна для случая однородного распределения вещества. В те годы многие космологи считали поиск сверхбольших структур бесперспективным занятием: в однородной Вселенной нечего картографировать.

Увеличение глубины обзоров позволило, к удивлению некоторых космологов, обнаружить видимые структуры галактик все больших размеров. Так, из первых обзоров красных смещений галактик 80-х гг. XX в. был сделан вывод о существовании ячеистой структуры Вселенной с характерным размером около 30 Мпк,

Пример сильного гравитационного линзирования скоплением галактик CL0024+17. Изображения далеких галактик, расположенных за скоплением, выглядят ориентированными вдоль кругов, в общем центре которых находится массивное скопление галактик. Это позволяет оценить величину скрытой массы в объеме скопления.



при глубине обзоров порядка 150 Мпк. Глубина современных обзоров 2dF и SDSS – 600 Мпк, и теперь характерный размер ячейки структуры – 130 Мпк. Более того, на картах пространственного распределения галактик стали находить структуры с размерами, сравнимыми с глубиной обзора, где хорошо видна протяженная Слоановская Великая Стена, имеющая размер около 500 Мпк. Она названа именем американского бизнесмена Альфреда Слоана, финансирующего создание цифрового обзора неба. Интересно, что, согласно глубокому обзору COSMOS (представленному на Конференции Р. Мэйси), распределение скрытой массы, восстановленное с помощью эффекта гравитационного линзирования, повторяет распределение видимых галактик. Все это говорит о том, что у стандартной модели возникают проблемы при объяснении самых больших структур из малых начальных флуктуаций плотности в однородной модели Фридмана.

Доктор физико-математических наук **И.Д. Караченцев** и кандидат физико-математических наук

**Д.И. Макаров** представили интересные данные о структуре и поле скоростей в Местном Объеме (10 Мпк). Важный наблюдательный факт – сравнительно малая дисперсия скоростей галактик при наличии больших флуктуаций плотности.

ВИДИМЫЕ ГАЛАКТИКИ  
И НЕВИДИМЫЕ ГАЛО

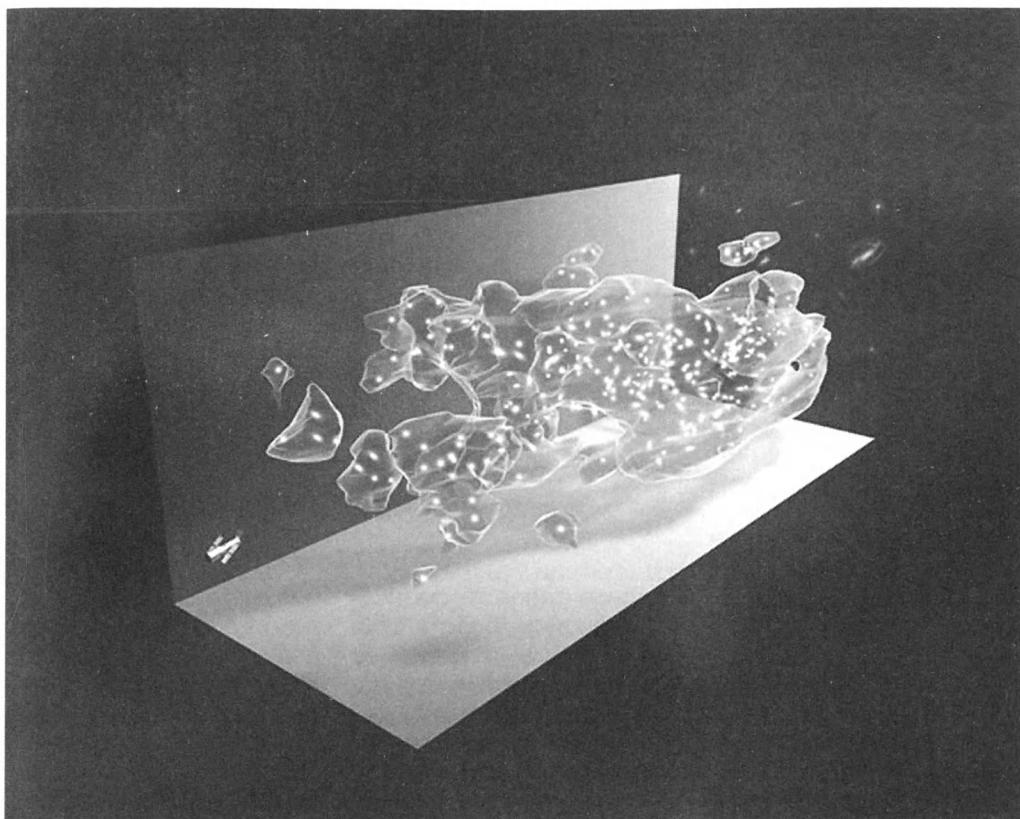
В докладах доктора физико-математических наук **В.П. Решетникова** (АИ СПбГУ) и **Л.Н. Макаровой** (САО РАН) на секции “Эволюция галактик” обсуждались вопросы, связанные с параметрами видимых галактик и их звездного населения. Кандидат физико-математических наук **Е.В. Михеева** (АКЦ ФИАН), **К. Гибсон** (США) и другие ученые рассматривали механизмы формирования невидимых гало из небарионной и обычной (первичные объекты планетных масс) скрытой массы и предлагали варианты выхода из кризиса LCDM

(Lambda Cold Dark Matter) моделей на масштабах гало галактик.

**П. Мутка** (Финляндия) и доктор физико-математических наук **А.А. Минаков** (Институт радиоастрономии, Харьков, Украина) подчеркивали также, что особую роль в исследовании темных гало играет гравитационное микролинзирование на объектах звездных масс. В докладе кандидата физико-математических наук **Ю.Л. Бухмастовой** (СПбГУ) отмечалось, что гравитационное мезолинзирование квазаров на протяженных подструктурах с массами в интервале шаровых скоплений ( $10^{-6} M_{\odot}$ ) может быть использовано для проверки предсказаний LCDM-моделей о наличии в гало галактик большого количества таких объектов.

ВЛИЯЕТ ЛИ КОСМОЛОГИЯ  
НА ЛОКАЛЬНУЮ ФИЗИКУ?

На секции “Земля, Солнечная система, звездные



*Пространственное распределение видимой материи (яркие точки – галактики) и темной материи (объемные контуры), восстановленное по гравитационному линзированию (данные обзора COSMOS).*

скопления в космологии” (М. Новаковский из Колумбии, М. Серено из Швейцарии и др.) сделаны доклады об ожидаемых воздействиях космологической постоянной на локальную физику.

Обсуждались также вопросы, связанные с возможным обнаружением влияния скрытой массы на наблюдаемые явления в Солнечной системе и звездных системах в Галактике.

В докладе геофизика кандидата геолого-минералогических наук **А.Н. Земцова** рассматривалась,

среди прочего, выдвигнутая им вместе с геофизиком **И.Н. Тагановым** гипотеза о генерации наблюдаемого потока тепла из недр планетных тел за счет уменьшения гравитационной потенциальной энергии при космологическом расширении.

Поток тепла из недр Земли и Луны – важная геофизическая проблема. Этот поток использует геотермальная энергетика, развивающаяся в таких регионах современного вулканизма, как Исландия и Камчатка (Земля и Вселенная, 2005, № 5). В

целом формирование этого потока объясняют присутствием значительной концентрации радиоактивных элементов в тонком гранитном слое, что, как иногда предполагают, обусловлено быстрым расщеплением вещества планеты на раннем этапе ее формирования. Последнее маловероятно. А для Луны такое объяснение вовсе неприемлемо, потому что ее поверхность сложена базальтами. В 2007 г. И.Н. Таганов и А.Н. Земцов предположили, что поток тепла в планетных телах может быть вызван еще и

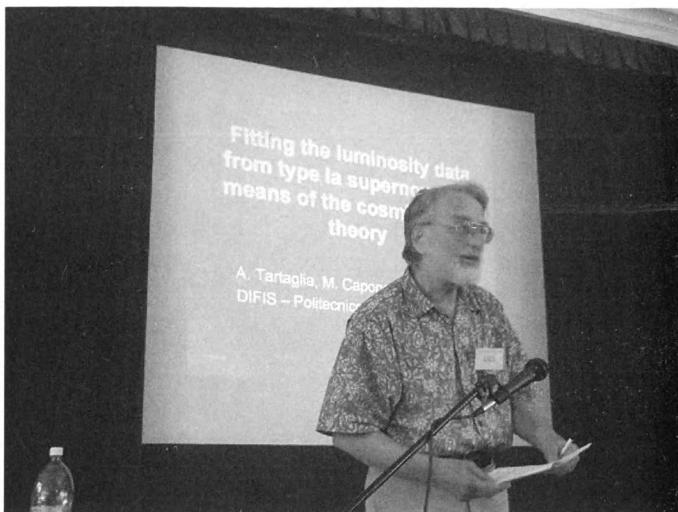
Выступает профессор Гарвардского университета (США) Рудольф Шилд, специалист в области гравитационного линзирования квазаров.

тем, что они участвуют в космологическом расширении. Изменение гравитационного потенциала в космическом пространстве приводит к генерации тепловой энергии в объеме небесного тела, что может проявиться в усилении или уменьшении потока тепла через поверхность планеты.

#### РОЛЬ ГРАВИТАЦИИ В КОСМОЛОГИИ

В докладах на секции “Физика гравитации в космологии” отмечалось, что космологическая модель, по существу, является тем или иным решением уравнений теории гравитации, положенной в основу данной модели. Так, модели Фридмана представляют собой решения уравнений Эйнштейна общей теории относительности (ОТО), а модели стационарной Вселенной Бонди – Гоулда – Хойла основаны на модифицированных уравнениях ОТО.

Именно поэтому одна из главных задач практической космологии – анализ конкурирующих идей релятивистской и квантовой теории гравитации. Хотя стандартная космологическая модель использует в качестве базисного элемента общую теорию относительности, она – не по-



следнее слово теоретической физики. Дело в том, что ОТО, в отличие от остальных теорий фундаментальных физических взаимодействий, не является квантовой теорией, и такие понятия релятивистской теории поля, как плотность и энергия-импульс поля, недостаточно корректно определены, что обсуждалось еще Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшицем.

Сравнение эйнштейновского геометрического подхода с фейнмановским полемым к описанию гравитации было дано в докладе доктора физико-математических наук **Ю.В. Барышева** (АИ СПбГУ). Главное достоинство полевого подхода, в котором гравитация рассматривается как релятивистское квантовое поле, – наличие обычных понятий силы, энергии и квантов гравитационного поля. Обсуждались также экспериментальные и наблюдательные следствия полевой теории гравита-

ции, которые можно будет использовать для ее проверки.

В докладе **А. Митры** (Индия) отмечалось, что до сих пор нет наблюдательного обоснования горизонта событий у “кандидатов” в черные дыры, и появились модели компактных релятивистских объектов без черных дыр в рамках ОТО и ее модификаций. Это согласуется также с выводом известной работы А.Эйнштейна 1939 г. об отсутствии шварцшильдовских сингулярностей в физике гравитации. Вместо черных дыр А. Митра построил модель вечно коллапсирующих компактных объектов (Eternally Collapsing Objects – ECO), у которых отсутствуют сингулярность и горизонт событий.

Профессор Гарвардского университета **Р. Шилд** (США) привел наблюдательные данные, свидетельствующие против наличия горизонта событий у компактных релятивист-

ских объектов в ядрах квазаров. На основе наблюдений событий гравитационного микролинзирования квазара Q0957 он вывел, что центральный компактный объект в ядре квазара имеет собственное магнитное поле, а значит не может быть черной дырой. Используя модель замагниченного вечно коллапсирующего объекта, Р. Шилд объясняет асимметрию радиовыбросов, а также различие между “радиоспокойными” и “радиогромкими” квазарами.

Возможное влияние новых подходов к теории гравитации на космологии обсуждалось на заключительном заседании.

#### КАК РАЗВИВАТЬСЯ КОСМОЛОГИИ?

Конференцию завершили доклады на секции “Космологические модели и критические наблюдательные тесты”. 33 доклада секции изданы в качестве второго тома Трудов конференции. Тексты всех 84 докладов Конференции помещены в Интернете (<http://ppc08.astro.spbu.ru/>).

Современное состояние стандартной космологической модели было представлено в докладе доктора физико-математических наук **В.Н. Лукаша** (АКЦ ФИАН), который рассмотрел успехи  $\Lambda$ CDM-теории в объяснении основных космологических наблюдательных фактов, среди которых – закон Хаббла, микроволновое фоновое излучение и его флуктуации, химический состав видимого вещества

и крупномасштабное распределение галактик.

Можно выделить следующие основные проблемы стандартной модели:

– необходимость введения экспериментально не подтвержденных сущностей – темной энергии и небарионной скрытой массы;

– трудности  $\Lambda$ CDM-теории на масштабах галактик и на сверхбольших масштабах;

– трудности с вычитанием всех фоновых не космологических излучений в картах микроволнового фонового излучения.

В докладе доктора физико-математических наук **Ю.В. Барышева** рассмотрен ряд концептуальных проблем стандартной модели, связанных с физической расширяющегося (непрерывно рождающегося) пространства, таких как удаление галактик со скоростью больше световой и исчезновение энергии в “никуда”.

Эти проблемы стимулируют более внимательное отношение к имеющимся альтернативам в космологии. Существование альтернативных идей в космологии объясняется несколькими причинами. Во-первых, наблюдениям доступна только конечная часть возможно бесконечной Вселенной, что не позволяет непосредственно проверить выбранный базис гипотез относительно Вселенной в целом. Во-вторых, наблюдаемые космологические факты могут иметь различную интерпретацию в рамках различных исходных принципов. В-третьих, теоретиче-

ская физика сама развивается и возможно появление новой физики, не учтенной в стандартной модели (например, взаимодействие темной энергии с темной материей, появление новой теории гравитации и др.).

Из истории астрономии известна положительная роль альтернативных идей в космологии, состоящая в том, что они способствуют постановке новых экспериментов и наблюдений, относящихся к основаниям космологических моделей.

Так, Э. Хаббл и Р. Толман (США) в 1935 г. использовали подсчеты галактик и зависимость поверхностной яркости галактик от космологического расстояния в качестве тестов физической природы красного смещения. Ф. Хойл (Англия) в 1959 г. предложил тест “угловой размер – красное смещение” для проверки предсказаний стационарной космологической модели. А. Сэндидж, Г. Тамман, Е. Харди в 1972 г. предложили использовать подсчеты галактик совместно с наблюдениями линейности закона Хаббла для проверки предсказаний иерархической модели Вокулера. Теперь это классические тесты космологии.

В докладе доктора физико-математических наук **Г.М. Идлиса** (ИИЕТ им. С.И. Вавилова РАН) было подчеркнуто, что еще в 1958 г. он опубликовал работу, в которой впервые высказал идею “антропно-го космологического принципа”. Его смысл в том, что

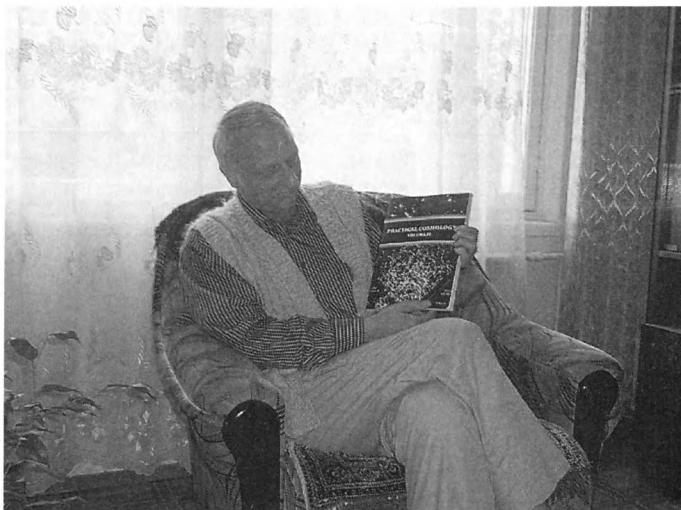
Доктор физико-математических наук Ю.В. Барышев – председатель научного оргкомитета Конференции.

наблюдаемые во Вселенной значения физических постоянных в точности таковы, чтобы в ней могла существовать жизнь. Обсуждение значения этого космологического принципа для философии науки продолжает быть важной темой космологии.

В ряде докладов были рассмотрены исходные принципы космологии, пути построения нестандартных космологических моделей и способы проверки альтернативных идей (**А. Унзикер** из Германии, **А. Митра** из Индии, **А.В. Новиков-Бородин**, **В.В. Косарев** и др.).

Доктор физико-математических наук Ю.В. Барышев представил космологическую модель, основанную на теоретико-полевым фейнмановском описании гравитации и на гипотезе фрактального распределения вещества. Это позволяет получить линейную зависимость красного смещения от расстояния как эффект космологической гравитации в пространстве без расширения.

В докладе профессора **И.Н. Таганова** (РГО) была показана возможность выразить величину постоян-



ной Хаббла и плотностей вещества и излучения через комбинацию известных физических постоянных на основе квантового подхода к космологии.

Вторая часть секции “Модели и тесты” была посвящена анализу существующих критических космологических тестов и формулировке новых наблюдательных задач – **С. Колафранческо** (Италия), **Д. Раймерс** (Германия), доктор физико-математических наук **С.А. Левшаков** (ИФТИ РАН), доктор физико-математических наук **О.В. Верходанов** (САО РАН) и др.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ  
ДИСКУССИЯ

Участники Конференции подчеркнули, что практическая космология является быстро развива-

ющейся наукой. Определяющая роль в ней принадлежит тестам оригинальных теоретических идей, среди которых стандартная космологическая модель наиболее разработана. В наступающем “золотом веке” астрофизики дальнейший прогресс космологии будет связан с разработкой и воплощением конкретных наблюдательных задач, направленных на проверку оснований и следствий различных космологических моделей.

Материалы Конференции опубликованы на сайте <http://ppc08.astro.spbu.ru/> (на английском языке). Рекомендуем также книгу Ю.В. Барышева и П. Теерикорпи “Фрактальная структура Вселенной. Очерк развития космологии”. Н. Архыз: Издательство САО РАН, 2005.

# НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: июль–август 2009 г.

Таблица I

## ОСНОВНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ

Дата	Время, ч	Событие
<b>ИЮЛЬ</b>		
1	15	Уран переходит от прямого движения к попятному
4	2	Земля в афелии
7	9	<b>Полнолуние</b>
7	9	<i>Полутеневое лунное затмение</i>
7	21	Луна в апогее
10	7	Юпитер проходит в $0.6^\circ$ южнее Нептуна
10	19	Луна проходит в $3^\circ$ севернее Юпитера
14	2	Меркурий в верхнем соединении
15	9	<b>Последняя четверть</b>
18	9	Луна в $5^\circ$ севернее Марса
19	4	Луна в $6^\circ$ севернее Венеры
21	20	Луна в перигее
22	2	<b>Новолуние</b>
22	2	<b>Полное солнечное затмение</b> , частные фазы видны в России
25	10	Луна в $6^\circ$ южнее Сатурна
28	22	<b>Первая четверть</b>
<b>АВГУСТ</b>		
4	1	Луна в апогее
6	0	<b>Полнолуние</b>
6	0	<i>Полутеневое лунное затмение</i>
6	19	Луна проходит в $3^\circ$ севернее Юпитера
12/13		<i>Максимум метеорного потока Персеиды</i>
13	18	<b>Последняя четверть</b>
14	17	Юпитер в противостоянии
16	2	Луна проходит в $3^\circ$ севернее Марса
17	20	Нептун в противостоянии
17	21	Луна проходит в $2^\circ$ севернее Венеры
19	4	Луна в перигее
20	10	<b>Новолуние</b>
24	12	Меркурий в наибольшей восточной элонгации ( $27^\circ$ )
27	11	<b>Первая четверть</b>
31	10	Луна в апогее

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

## ЭФЕМЕРИДЫ СОЛНЦА

Дата	$\alpha$		$\delta$		45°		55°		65°	
	ч	м	°	'	восход	заход	восход	заход	восход	заход
Июль 1	06	40	+23	07	04.18	19.54	03.26	20.46	01.15	22.57
11	07	21	+22	08	04.25	19.50	03.36	20.39	01.45	22.30
21	08	01	+20	31	04.34	19.43	03.51	20.26	02.19	21.58
31	08	41	+18	19	04.45	19.32	04.08	20.09	02.54	21.22
Август 10	09	19	+15	37	04.56	19.18	04.26	19.49	03.29	20.46
20	09	57	+12	31	05.08	19.03	04.44	19.27	04.02	20.09
30	10	34	+09	05	05.20	18.45	05.03	19.02	04.33	19.32

Примечание. В таблице дано среднее солнечное время.

**Пример.** Определить время восхода Солнца 22 июля 2009 г. во Владивостоке (широта 43°07', долгота 8°48<sup>М</sup>). Пользуясь таблицей II, интерполируем по широте и дате значение времени восхода Солнца на 22 июля, получаем 4<sup>ч</sup> 41<sup>м</sup>. Вычтем из него долготу места, прибавим номер часового пояса, один час для учета декретного времени и один час для учета летнего времени, получаем 6<sup>ч</sup>53<sup>м</sup>.

Таблица III

## ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата	$\alpha$		$\delta$		m	d	f	Продолжительность видимости для разных широт			Период	
	ч	м	°	'				45°	55°	65°		
<b>Меркурий</b>												
Июль 1	05	35.7	+22	45	-1.0	5.7	0.80	-	-	-		
11	07	05.6	+23	44	-2.0	5.1	0.98	-	-	-		
21	08	35.8	+20	30	-1.3	5.0	0.96	-	-	-		
31	09	50.4	+14	30	-0.5	5.4	0.84	-	-	-		
Август 10	10	49.4	+07	40	-0.1	5.9	0.72	-	-	-		
20	11	35.3	+01	10	0.1	6.7	0.59	-	-	-		
30	12	06.7	-04	01	0.3	7.9	0.44	-	-	-		
<b>Венера</b>												
Июль 1	03	34.0	+16	25	-4.2	18.7	0.62	2.8	2.5	-	Утро	
11	04	18.6	+18	51	-4.1	17.2	0.66	3.0	2.9	1.1	Утро	
21	05	05.5	+20	42	-4.1	16.0	0.70	3.2	3.2	2.5	Утро	
31	05	54.2	+21	45	-4.0	15.0	0.73	3.3	3.5	3.5	Утро	
Август 10	06	44.1	+21	53	-4.0	14.1	0.77	3.3	3.6	4.3	Утро	
20	07	34.4	+21	03	-3.9	13.4	0.80	3.2	3.6	4.5	Утро	
30	08	24.5	+19	13	-3.9	12.8	0.83	3.1	3.4	4.3	Утро	
<b>Марс</b>												
Июль 1	03	18.9	+17	36	1.1	4.9	0.93	2.1	0.7	-	Утро	
11	03	47.9	+19	24	1.1	5.0	0.92	2.6	1.9	-	Утро	
21	04	17.1	+20	53	1.1	5.2	0.92	3.1	2.8	-	Утро	
31	04	46.1	+22	03	1.1	5.3	0.91	3.7	3.5	-	Утро	

## ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата	$\alpha$		$\delta$		m	d	f	Продолжительность видимости для разных широт			Период	
	ч	м	°	'				45°	55°	65°		
<b>Марс</b>												
Август	10	05	15.0	+22	52	1.1	5.4	0.91	4.1	4.2	2.9	Утро
	20	05	43.4	+23	23	1.0	5.6	0.90	4.6	4.9	4.6	Утро
	30	06	11.2	+23	34	1.0	5.8	0.90	5.1	5.5	6.0	Утро
<b>Юпитер</b>												
Июль	1	21	56.2	-13	34	-2.5	45.7	1.00	6.3	5.0	-	Утро
	11	21	53.7	-13	49	-2.6	46.9	1.00	7.0	5.8	2.2	Ночь
	21	21	50.2	-14	10	-2.6	47.8	1.00	7.8	6.6	3.6	Ночь
	31	21	45.9	-14	34	-2.7	48.5	1.00	8.5	7.3	4.8	Ночь
Август	10	21	41.0	-15	01	-2.7	48.8	1.00	9.1	8.0	5.8	Ночь
	20	21	35.9	-15	27	-2.7	48.9	1.00	9.4	8.4	6.4	Ночь
	30	21	31.0	-15	52	-2.7	48.5	1.00	9.2	8.3	6.6	Ночь
<b>Сатурн</b>												
Июль	1	11	13.3	+07	14	1.0	17.1	1.00	2.7	1.4	-	Вечер
	11	11	16.2	+06	55	1.1	16.8	1.00	2.1	0.3	-	Вечер
	21	11	19.5	+06	33	1.1	16.6	1.00	1.5	-	-	Вечер
	31	11	23.1	+06	08	1.1	16.4	1.00	1.0	-	-	Вечер
Август	10	11	27.1	+05	42	1.1	16.2	1.00	-	-	-	
	20	11	31.3	+05	15	1.1	16.1	1.00	-	-	-	
	30	11	35.7	+04	46	1.1	16.0	1.00	-	-	-	

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

## ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

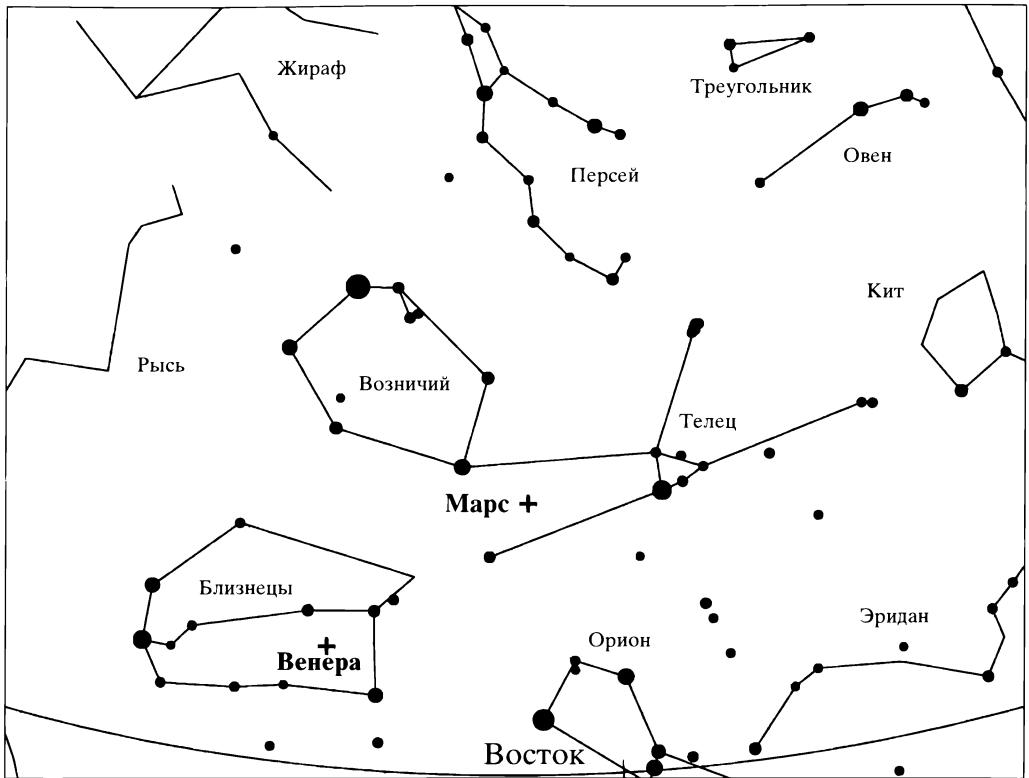
Июль–август 2009 г. неудачен для наблюдений **Меркурия**. Несмотря на то, что 24 августа планета пройдет точку наибольшей восточной элонгации, находясь в 27° от Солнца, меньшее по сравнению с Солнцем склонение сделает практически невозможным наблюдения Меркурия с территории России. Напротив, в Южном полушарии условия вечерней видимости исключительно благоприятны.

Значительно лучше будут условия утренней видимости **Венеры**. Этому способствуют завершение сезона "белых ночей", большое склонение планеты и ее большая яркость. Поэтому, несмотря на то что Венера с 5 июня неуклонно приближается к Солнцу на небесной сфере, наилучшие обстоятельства ее утренней видимости в 2009 г. наступят в августе. Она будет видна около 3 ч невысоко над северо-восточным горизонтом перед восходом Солнца. Эта ярчайшая планета пересечет в июле созвездие Тельца с запада

на восток. 13 июля Венера сблизится до 8' со звездой  $\epsilon$  Тельца (3.5<sup>m</sup>), а 27 июля с  $\zeta$  Тельца (3.0<sup>m</sup>) до 20' (для сравнения: угловой диаметр диска Луны – около 30'). 30 и 31 июля Венера ненадолго зайдет в границы созвездия Ориона и 1 августа попадет в Близнецы. Наконец, 25 августа Венера перейдет в созвездие Рака, где и останется до конца месяца.

Второй планетой, видимой в июле в Тельце, станет **Марс**. Причем в блеске Красная планета значительно уступает Венере и будет сравнима с Альдебараном (0.9<sup>m</sup>). Марс покинет созвездие Тельца лишь 25 августа и перейдет в созвездие Близнецов. Он еще далек от Земли, поэтому в любительский телескоп сложно будет рассмотреть что-либо на его крошечном диске. Наилучшие условия видимости Марса еще впереди, они придутся на начало 2010 г.

Вскоре после захода Солнца в июле–августе можно начинать поиски **Юпитера**. Эта планета станет одним из ярчайших объектов неба, уступая разве что Венере и Луне. 14 ав-



Вид восточной части звездного неба в Москве 10 августа в 4<sup>ч</sup> по московскому времени. Отмечено положение Венеры и Марса.

густа Юпитер вступит в противостояние с Солнцем, находясь в восточной части созвездия Козерога. Традиционно крупнейшая планета Солнечной системы – один из самых популярных объектов у любителей астрономии. Наблюдениям даже в небольшой телескоп доступна характерная полосатая структура его атмосферы. Крупные инструменты позволяют наблюдать отдельные вихри, например знаменитое Большое Красное Пятно. Период вращения Юпитера вокруг своей оси составляет немногим более 10 ч, поэтому даже в течение одной короткой летней ночи можно заметить изменение внешнего вида планеты.

Четыре крупнейших спутника Юпитера доступны наблюдениям в бинокль. Данное противостояние примечательно тем, что Земля пройдет через плоскость их орбит, благодаря чему можно будет наблюдать многочисленные покрытия и затмения спутников друг другом, а также самим Юпитером. Эфемериды этих явлений можно рассчитать с помощью страницы Службы естественных

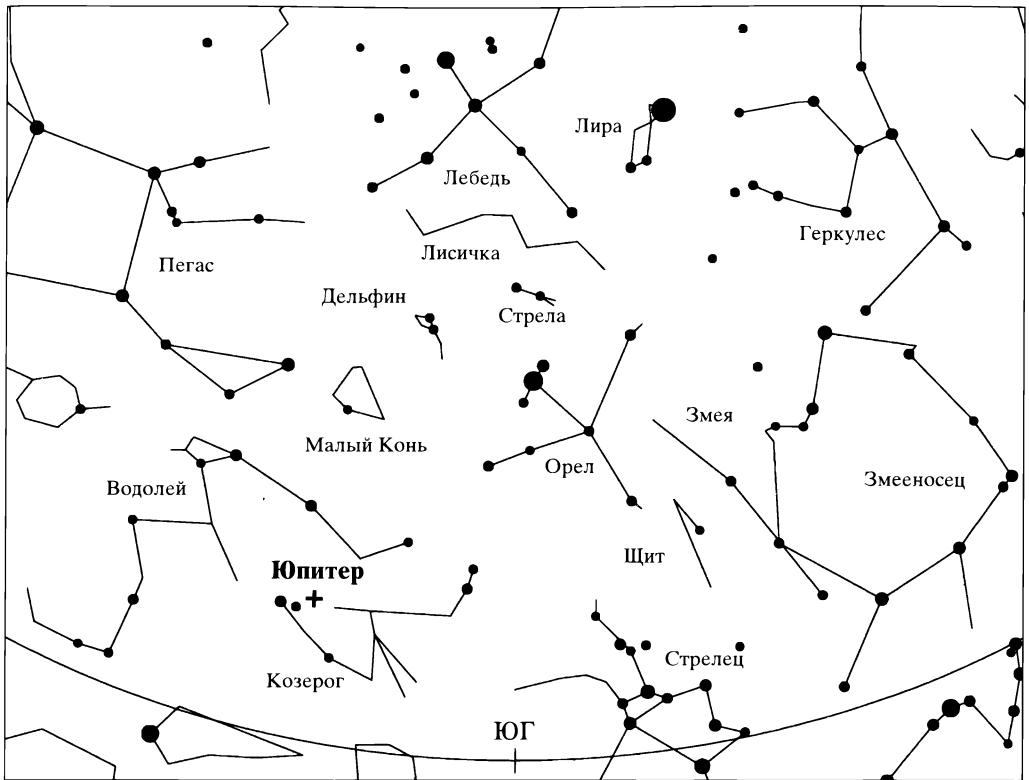
спутников планет (<http://lnfm1.sai.msu.ru/neb/nss/nssephmr.htm>).

Завершается период вечерней видимости **Сатурна**, в июле его можно будет попытаться увидеть невысоко над западным горизонтом после захода Солнца. 10 августа произойдет знаменательное событие: плоскость колец Сатурна займет положение “ребром” к Солнцу, и впервые с 1996 г. оно будет освещать кольца с севера. К сожалению, из-за близости Солнца к Сатурну на небесной сфере наблюдать планету в это время с Земли будет практически невозможно.

17 августа **Нептун** вступит в противостояние с Солнцем. Хорошим ориентиром при его поиске послужит располагающийся поблизости Юпитер.

## ЗАТМЕНИЯ И ПОКРЫТИЯ

Вечером 3 июля с территории европейской части России можно будет наблюдать покрытие звезды  **$\pi$  Скорпиона** (2.9<sup>m</sup>) Луной (фаза 0.89). Покрытие состоится у темного



Вид южной части звездного неба в Москве 28 августа в 23<sup>ч</sup> по московскому времени. Отмечено положение Юпитера.

края лунного диска, моменты контактов для Москвы: покрытие – 19<sup>ч</sup>46<sup>м</sup>, открытие – 20<sup>ч</sup>48<sup>м</sup> по Всемирному времени.

22 июля произойдет **полное солнечное затмение**. Оно станет самым продолжительным в XXI в. Полная фаза максимальной длительности – 6 мин 39 с – будет наблюдаться в акватории Тихого океана, а на материке лунная тень пересечет территорию Индии,

Бутана и Китая. Крупнейшим городом на пути затмения станет китайский Шанхай. В его окрестностях продолжительность затмения приблизится к 6 мин. В некоторых районах России будут видны частные фазы затмения. Напоминаем, что при их наблюдении надо обязательно использовать специальные солнечные фильтры во избежание необратимой потери зрения.

Таблица IV

**ЧАСТНЫЕ ФАЗЫ СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ 22 ИЮЛЯ 2009 г.**

Город	Начало		Середина		Конец		Фаза	Высота °
	ч	м	ч	м	ч	м		
Абакан	00	45	01	22	02	01	0.23	28
Агинское	00	45	01	35	02	28	0.37	44
Астрахань	–		01	18	01	36	0.09	0
Барнаул	00	45	01	19	01	54	0.20	23
Бийск	00	42	01	19	01	56	0.23	24
Биробиджан	00	59	01	56	02	53	0.39	57

## ЧАСТНЫЕ ФАЗЫ СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ 22 ИЮЛЯ 2009 г.

Город	Начало		Середина		Конец		Фаза	Высота °
	ч	м	ч	м	ч	м		
Благовещенск	00	55	01	49	02	44	0.37	53
Братск	00	53	01	30	02	07	0.20	35
Владивосток	00	48	01	55	03	04	0.58	61
Горно-Алтайск	00	41	01	18	01	58	0.25	24
Иркутск	00	42	01	28	02	15	0.32	37
Кемерово	00	51	01	22	01	54	0.16	25
Комсомольск-на-Амуре	01	09	02	01	02	53	0.31	58
Красноярск	00	52	01	25	01	59	0.17	29
Курган	01	07	01	20	01	33	0.03	13
Кызыл	00	39	01	21	02	06	0.30	30
Магнитогорск	01	06	01	19	01	31	0.03	9
Махачкала	–		01	31	01	40	0.09	0
Нерюнгри	01	09	01	48	02	27	0.19	47
Николаевск-на-Амуре	01	21	02	05	02	48	0.22	56
Новокузнецк	00	46	01	21	01	57	0.21	25
Новосибирск	00	51	01	21	01	51	0.15	23
Омск	00	56	01	19	01	43	0.09	17
Оренбург	01	05	01	18	01	31	0.03	6
Орск	00	57	01	17	01	36	0.08	7
Петропавловск-Камчатский	02	01	02	25	02	49	0.07	56
Томск	00	56	01	23	01	51	0.12	24
Улан-Удэ	00	42	01	30	02	20	0.34	39
Усть-Илимск	01	00	01	32	02	05	0.15	35
Усть-Ордынский	00	44	01	29	02	15	0.30	37
Хабаровск	01	02	01	59	02	57	0.39	59
Челябинск	01	14	01	20	01	27	0.01	11
Чита	00	46	01	35	02	26	0.34	43
Южно-Курильск	01	14	02	16	03	18	0.43	66
Южно-Сахалинск	01	12	02	10	03	07	0.38	63
Якутск	01	41	01	54	02	06	0.02	45

Исчерпывающую информацию об этом затмении, в том числе подробные карты, можно найти на сайте NASA (на английском языке): <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEmono/TSE2009/TSE2009.html>

Д.А. ЧУЛКОВ  
ГАИШ МГУ

## Обзор российского рынка любительских телескопов

В последние годы положение на российском рынке телескопов кардинально изменилось. Монополия 1980-х гг. на производство телескопов Новосибирского приборостроительного завода, сменившая многолетнюю монополию Загорского приборостроительного завода, завершилась, и, по всей видимости, безвозвратно. Рыночные механизмы привели к появлению в России телескопов ведущих мировых брендов, выпускаемых по большей части в Китае. Зарубежные телескопостроительные фирмы планомерно вытеснили российскую продукцию за счет лучшего соотношения цены и качества. Разрыв по этому показателю ежегодно увеличивается, как это ни прискорбно порой осознавать.

Сегодня в России есть сотни магазинов, предлагающих разнообразную астрономическую продукцию по ценам,

близким к ценам подобных товаров в США, и значительно более низким, чем в Европе. Элитного астрономического оборудования у нас в продаже почти нет, но в крупных городах России все же можно купить телескопы любого типа и любой ценовой категории.

В ценовой категории **до 4 тыс. рублей** безраздельно царствуют 50–70-мм *рефракторы*, некоторые из них имеют весьма качественную, хорошо просветленную оптику, легкие и продуманные монтажки, хорошее аксессуарное оснащение. Бесспорно, лучшими здесь являются 70-мм *рефракторы* "Sky-Watcher" (Китай), на азимутальных и экваториальных монтажках. У них качественные безлюфтовые фокусеры, прекрасный контраст изображения, достигаемый за счет грамотного отсека "паразитного" света внутри трубы.

В ценовом диапазоне **от 4 до 7 тыс. рублей** первенствуют уже 114- и 130-мм *рефлекторы*, которые полностью удовлетворяют требованиям начинающих любителей астрономии. Наиболее качественные модели этого класса на мировом и российском рынке – "Sky-Watcher-1149EQ2, -130650EQ2 и -1309EQ2". У "Sky-Watcher-130650EQ2"



Телескоп "Synta Sky-Watcher 707AZ2" (Китай), апохромат: апертура  $D = 70$  мм; фокусное расстояние объектива  $F = 700$  мм; увеличение с окуляром 25 мм – 28-кратное, с окуляром 10 мм – 70-кратное; максимальное увеличение – 140 крат; разрешающая способность – не менее 2", проникающая сила – до 11.5"; масса телескопа – не более 5 кг; комплектуется альт-азимутальной монтажкой с тонкой коррекцией по вертикальной оси.



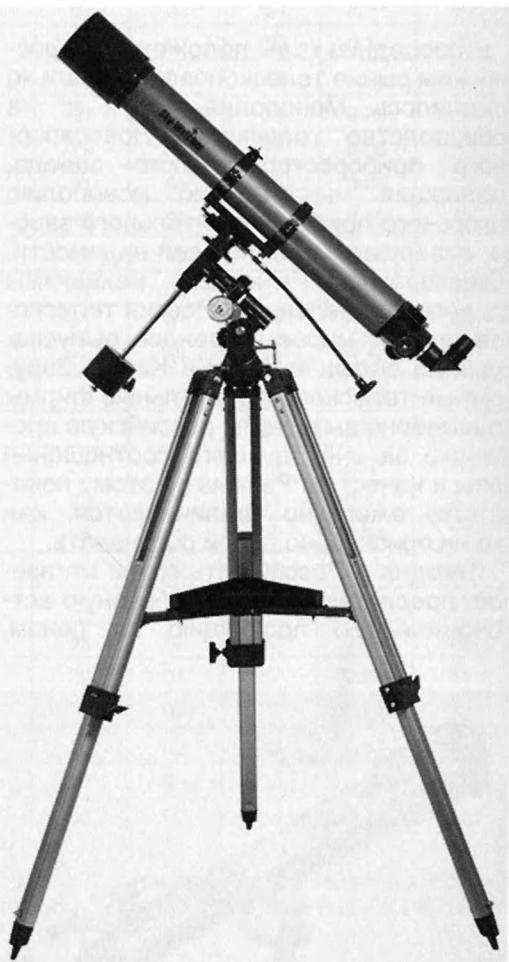
Телескоп "Synta Sky-Watcher 13065EQ2" (Китай), рефлексор Ньютона; апертура  $D = 130$  мм; фокусное расстояние объектива  $F = 650$  мм; увеличение с окуляром 25 мм – 26-кратное, с окуляром 10 мм – 65-кратное; максимальное увеличение – 260 крат; разрешающая способность – не менее 1", проникающая сила – до 13"; масса телескопа – не более 14 кг; комплектуется экваториальной монтировкой EQ2.

более короткая труба благодаря применению параболического главного зеркала. К этой же ценовой категории относятся 80-мм рефракторы и 90-мм менисковые телескопы системы Кассегрена, но они все-таки менее востребованы.

В ценовой категории **от 7 до 9 тыс. рублей** лучшей моделью признан 90-мм рефрактор "Sky-Watcher 909EQ2", отличающийся от 114- и 130-мм рефректоров более высоким уровнем фокусера и искателя.

В ценовом диапазоне **от 9 до 12 тыс. рублей** господствуют телескопы – 150-мм рефлексоры "Sky-Watcher" и "Celestron" (Китай), выпускаемые на одних заводах. Среди них есть параболические рефлексоры с большой светосилой и короткой трубой ("Sky-Watcher-150750EQ3-2" и "Celestron Advanced C6N")

и более длиннофокусные параболические рефлексоры "Sky-Watcher" с фокусом 1 м (1501EQ3-2), отличающиеся высоким качеством изображения на краю поля зрения и меньшей чувствительностью к качеству юстировки. Эти телескопы базируются на монтировках EQ3-2. Такой монтировкой пользуются для астрофотографии уже с длительной экспозицией, если покупается дополнительный комплект, включающий двигатель и



Телескоп "Synta Sky-Watcher 909EQ2" (Китай), ахромат; апертура  $D = 90$  мм; фокусное расстояние объектива  $F = 900$  мм; увеличение с окуляром 25 мм – 36-кратное, с окуляром 10 мм – 90-кратное; максимальное увеличение – 180 крат; разрешающая способность – не менее 1.6"; проникающая сила – до 12"; масса телескопа – не более 12 кг; комплектуется экваториальной монтировкой EQ2.



Телескоп "Synta Sky-Watcher 1501EQ3-2" (Китай), рефлектор Ньютона; апертура  $D = 150$  мм; фокусное расстояние объектива  $F = 1000$  мм; увеличение с окуляром 25 мм – 40-кратное, с окуляром 10 мм – 100-кратное; максимальное увеличение – 300 крат; разрешающая способность – не менее 0.8"; проникающая сила – до 13.5<sup>m</sup>; масса телескопа – не более 18 кг; комплектуется экваториальной монтировкой EQ3-2.

пульт управления. Если требуется более компактный и легкий инструмент с не перевернутым изображением, в том числе и для наблюдения наземных объектов, в этом ценовом диапазоне имеется отличный менисковый Кассегрен "Sky-Watcher Мак 102EQ2".

В ценовом диапазоне от 12 до 17 тыс. рублей выделяются 100- и 120-мм рефракторы "Sky-Watcher" и "Celestron" на экваториальных монтировках EQ3-2 и EQ5. Эти телескопы оснащены 2-дюймовыми фокусерами, а объективы заключены в высококачественные юстируемые металлические оправы. У данных инструментов есть ограничение, касающееся астрофотографии с длительными экспозициями: хроматизм создава-

емого их объективами изображения на фотографиях весьма заметен, но как визуальные инструменты они очень надежны и долговечны.

В категории от 17 до 20 тыс. рублей лучшим телескопом на экваториальной монтировке является "Sky-Watcher 2001PEQ5" – прекрасный универсальный инструмент для загородных обсерваторий. Сочетание великолепной параболической оптики, фокусера системы Крейфорда, хорошего искателя и монтировки на мощных стальных трубчатых ногах приводит к тому, что этим телескопом пользуются десятки опытных любителей астрономии в нашей стране. В эту же ценовую категорию попадает достаточно мощный и качественный менисковый Кассе-



Телескоп "Synta Sky-Watcher MAK 102EQ2" (Китай), менисковый Кассегрен; апертура  $D = 102$  мм; фокусное расстояние объектива  $F = 1250$  мм; увеличение с окуляром 25 мм – 50-кратное, с окуляром 10 мм – 125-кратное; максимальное увеличение – 200 крат; разрешающая способность – не менее 1.2"; проникающая сила – до 12.5<sup>m</sup>; масса телескопа – не более 14 кг; комплектуется экваториальной монтировкой EQ2.



Телескоп "Synta Sky-Watcher 1021EQ3-2" (Китай), ахромат: апертура  $D = 100$  мм; фокусное расстояние объектива  $F = 1000$  мм; увеличение с окуляром 25 мм – 40-кратное, с окуляром 10 мм – 100-кратное; максимальное увеличение – 200 крат; разрешающая способность – не менее 1.4"; проникающая сила – до 12.5<sup>m</sup>; масса телескопа – не более 18 кг; комплектуется экваториальной монтировкой EQ3-2.

грен "Sky-Watcher MAK 127EQ3-2", который предпочитают любители компактных закрытых труб, а также те, кто не стремится фотографировать галактики, туманности, скопления и звездные поля.

Здесь мы заканчиваем обзор телескопов начального уровня, которые в совокупности можно назвать "первыми в жизни телескопами", и переходим к телескопам для любителей астрономии, уже имевших опыт общения со своим первым инструментом, но "выросших" из него.

Наиболее популярное в мире семейство телескопов, требующих от наблюдателя хорошего знания звездного неба и навыков визуальных наблюдений, – это зеркальные телескопы системы Ньютона на монтировках Добсона. Даже при весьма ограниченных финансовых возможностях любитель астрономии может купить максимально мощный телескоп. У нас в стране размер главного

зеркала используемых телескопов на монтировке Добсона ограничен 40 см, а на Западе, особенно в южных штатах США, распространены гигантские азимутальные рефлекторы с диаметром 70–80 см, что связано с погодными условиями и менталитетом астрономов-любителей. Раньше телескопы на монтировке Добсона рассматривались в качестве чуть ли не оптимальных кометоискателей, телескопов для визуального поиска комет. Сейчас же, когда вероятность открыть комету визуально стремится к нулю, Добсоны привлекают в основном наблюдателей галактик, туманностей и скоплений, имеющих возможность проводить наблюдения в условиях, близких к идеальному.

Следующее семейство телескопов, получившее в последнее время широкое распространение, – это телескопы с возможностью *автоматического наведения* на объекты звездного неба. Они стали



Телескоп "Synta Sky-Watcher Dob 12" (Китай), рефлексор Ньютона на монтировке Добсона с раздвижной трубой; апертура  $D = 300$  мм; фокусное расстояние объектива  $F = 1500$  мм; увеличение с окуляром 25 мм – 60-кратное, с окуляром 10 мм – 150-кратное; максимальное увеличение – 600 крат; разрешающая способность – не менее 0.3"; проникающая сила – до 15<sup>m</sup>; масса телескопа – не более 30 кг.

популярны в мире благодаря их продвижению двумя крупнейшими американскими телескопостроительными фирмами – "Meade" и "Celestron". Эти телескопы – продукт общемировой концепции "удобного мира", когда техника призвана все больше облегчать жизнь людей. Касаемо астрономических наблюдений, данная технология абсолютно необходима астрономам-профессионалам, проводящим массовые научные наблюдения небесных объектов, но она весьма сомнительна для любителей-визуальщиков, которые изначально должны испытывать огромное удовольствие не только от процесса созерцания тайн неба, но и от наведения телескопа на объект. Именно они всегда славились лучшим знанием звездного неба.

Телескопы с автоматическим наведением стоимостью **до 30 тыс. рублей** можно назвать "игрушками": они часто ломаются, снабжены не достаточно жесткими монтировками, не слишком

адаптированы к нашему суровому климату. Их можно считать некими "костылями" для любителей астрономии, не знающих звездное небо, и от таких "костылей" потом очень сложно избавиться, если к ним привыкаешь с "астрономического младенчества". Из телескопов этого класса можно советовать только "Meade" серии ETX и "Celestron" серии NexStar. Более дорогие телескопы этих фирм заметно качественнее и стабиль-



Телескоп "Meade ETX-90PE" (Мексика), менисковый Кассегрен с автоматическим наведением; апертура  $D = 90$  мм; фокусное расстояние объектива  $F = 1350$  мм; увеличение с окуляром 25 мм – 54-кратное; максимальное увеличение – 180 крат; разрешающая способность – не менее 1.6", проникающая сила – до 12<sup>m</sup>; масса телескопа – не более 10 кг; комплектуется полевым штативом.



Телескоп "Celestron 8SE" (Китай), Шмидт-Кассегрен с автоматическим наведением; апертура  $D = 200$  мм; фокусное расстояние объектива  $F = 2000$  мм; увеличение с окуляром 25 мм – 80-кратное; максимальное увеличение – 400 крат; разрешающая способность – не менее 0.6"; проникающая сила – до 14<sup>m</sup>; масса телескопа – не более 15 кг; комплектуется полевым штативом.

нее, но они не получили в России распространения из-за своей дороговизны и гипертрофированной универсальности при среднем, в общем-то, качестве оптики.

Самым же удачным и распространенным семейством относительно **дорогих**, в диапазоне от 30 до 80 тыс. рублей, телескопов на российском, да и мировом рынке являются телескопы на монтировках "Sky-Watcher HEQ5 и EQ6" различных модификаций. Это и весьма качественные 150- и 180-мм менисковые Кассегрены, и 200- и 250-мм рефлекторы Ньютона, и, наконец, 80–120-мм рефракторы-апохроматы. Такие телеско-



Телескоп "Synta Sky-Watcher 25012EQ6" (Китай), рефлектор Ньютона с автоматическим наведением; апертура  $D = 250$  мм; фокусное расстояние объектива  $F = 1200$  мм; увеличение с окуляром 25 мм – 48-кратное, с окуляром 10 мм – 120-кратное; максимальное увеличение – 400 крат; разрешающая способность – не менее 0.5"; проникающая сила – до 14.5<sup>m</sup>; масса телескопа – не более 40 кг; комплектуется экваториальной монтировкой EQ6.

пы горячо любят продвинутые астрономы-любители. 80-мм телескопы-апохроматы фирмы "Synta" (Китай), выпускаемые под несколькими марками, можно считать лучшими телескопами в мире последнего десятилетия по соотношению цены и качества. Это и прекрасный астрограф, и отличный визуальный, транспортабельный инструмент. Все эти телескопы, в сочетании с прекрасными, жесткими, моторизованными монтировками с возможностью автоматического гидирования – мечта каждого по-настоящему увлеченного любителя астрономии. Они позволяют решать множество астрономических задач – открывать переменные звезды, астероиды и кометы.

Нельзя не упомянуть телескопы класса *Hi-End* – топовые модели, без компромиссов по качеству оптики и механики. Они тоже все больше и больше востребованы отечественными любителями, не ограниченными в средствах. Это,

прежде всего, апохроматы фирм “Takahashi”, “TEC”, “Astrophysics” и “TMB”, изготавливаемые в Японии, Америке и Европе, в том числе на базе российской оптики, которые предельны по своим оптическим характеристикам, и очень качественные менисковые телескопы системы Максудова–Кассегрена фирм “Santel”, “Intes-Micro” и “STF” – российского производства, имеющие огромную популярность у искушенных западных любителей. К телескопам класса Hi-End относятся совершенные полупрофессиональные телескопы-астрографы фирм “RCOS”, “Astrosib” и “Takahashi” соответственно американского, российского и японского производства, на основе которых по всему миру, да и у нас в стране создаются все новые и новые любительские обсерватории высочайшего уровня, в том числе удаленные (доступные с помощью Интернета).

Любительская астрономия в нашей стране развивается семимильными ша-

гами. Наши астрофотографы сейчас – одни из лучших в мире. Активны и российские любители астрономии, склонные к научным исследованиям. У них с каждым годом все больше и больше научных публикаций, и порой они удивляют весь мир своими достижениями. Все это стало реальностью благодаря сформировавшемуся в нашей стране рынку астрономического оборудования, в развитии и становлении которого огромную роль сыграли те же астрономы-любители. Они отдают лучшие годы своей жизни этому непростому каждодневному труду, двигателем которого является мечта – дать возможность каждому увлеченному небом россиянину, от Калининграда до Чукотки, обрести счастье, прильнув к окуляру качественного и доступного для него телескопа.

*Т.В. КРЯЧКО*

*г. Реутов (Московская обл.)*

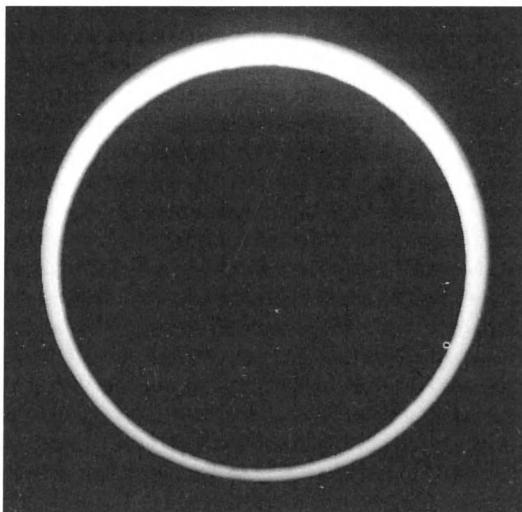
---

## *Информация*

---

### **Кольцеобразное солнечное затмение 26 января 2009 г.**

Полоса лунной тени прошла от южной части Атлантического океана ( $34.2^\circ$  ю.ш. и  $10.8^\circ$  з.д.) и, огибая южную часть Африки, пересекла Индийский океан, остров Суматра (Индонезия), Зондский пролив, Яванское море, остров Калимантан и дошла до моря Сулавеси у Филиппинских островов. Максимальная фаза затмения наступила в Индийском океане в точке с координатами  $34.1^\circ$  ю.ш. и  $70.2^\circ$  в.д., ее длительность – 7 мин 54 с. Во время полной фазы Луна закрыла 0.9282 диаметра солнечного диска



*Кольцеобразное солнечное затмение 26 января 2009 г. Снимок сделан Дхани Хердивиджайя на севере о. Суматра (Индонезия) фотоаппаратом Canon EOS-400D с солнечным фильтром, ISO 100, выдержка 1/4000 с.*

и оставила видимым тонкий ободок. Из-за яркого ободка солнечная корона была не видна.

## Реконструкция Мемориального музея космонавтики

*Мемориальный музей космонавтики расположен в Северо-Восточном административном округе Москвы недалеко от Всероссийского выставочного центра. Он размещается в основании монумента “Покорителям космоса” (Земля и Вселенная, 2006, № 4). Этот район Москвы по праву называют космическим. Здесь особенно много “космических” названий и объектов: улицы академика Королёва,*

*Кибальчича, Цандера, Кондратюка, Космонавтов, бульвары Звёздный и Ракетный, гостиницы “Космос” и “Звёздная”, кинотеатр “Космос”. Немало предприятий и общественных организаций на территории округа имеют непосредственное отношение к космонавтике. На Хованской улице находится “городок космонавтов”. С 2006 г. ведется реконструкция Музея, завершить ее предполагается в 2009 г.*

Официальное открытие Мемориального музея космонавтики состоялось 10 апреля 1981 г., его экспозиция была уникальна. Необычность художественного оформления (автор проекта – О.П. Ломако), нестандартный дизайн экспозиционного пространства делали ее одной из самых оригинальных музейных экспозиций нашей страны. При создании первой экспозиции нашего Музея удалось отразить все направления отечественной космонавтики, используя лишь 106 экспонатов. В 1981 г. Музей возглавляла З.И. Кострикина, под ее руководством был сформирован научный коллектив. Музей располагает филиалом – это Дом-музей академика С.П. Королёва, находящийся недалеко от монумента “Покорителям космоса”. Здесь прошли последние шесть лет жизни С.П. Королёва. 12 января 2007 г., в день 100-летия со дня рождения С.П. Королёва, Дом-музей открылся после реконструкции.



*Монумент “Покорителям космоса”, где располагается Мемориальный музей космонавтики, и Аллея героев космоса с высоты птичьего полета.*

В 1988 г. директором Музея стал заслуженный работник культуры, вице-президент Федерации космонавтики России и Ассоциации музеев космонавтики РФ Ю.М. Соломко. Музей проводит конференции, чтения, конкурсы и фестивали, занимается издательской деятельностью, публикацией произведений космической живописи из своего собрания, а также осуществляет творческие связи с предприятиями и организациями отрасли. За прошедшие почти 30 лет работы Музея сложилась устойчивая система отношений с партнерами. Среди них следует выделить предприятия и научные учреждения – РКК “Энергия” им. С.П. Королёва, Институт медико-биологических проблем РАН, Институт космических исследований РАН, а также музеи, в том числе Государственный музей истории космонавтики им. К.Э. Циолковского (г. Калуга), музей Ю.А. Гагарина (г. Гагарин), музей ЦПК им. Ю.А. Гагарина (Московская обл.), музей авиации и космонавтики (г. Киров).

Четверть века экспозиция нашего Музея практически не менялась. Встал вопрос о ее модернизации. Известно, что еще при проектировании Музея не заложили достаточного количества площадей для фондохранилищ и экспозиционных залов. Накопились и оставшиеся в “наследство” от строителей и проектировщиков проблемы технического обслуживания му-

зейных помещений. За прошедшие годы в фонды Музея поступило свыше 40 тыс. раритетных музейных экспонатов, но, к сожалению, демонстрировалась всего лишь небольшая часть экспонатов. Идеи и проекты реконструкции Музея выдвигались еще в 1980-е гг. Так, по ходатайству АН СССР и Министерства общего машиностроения СССР 27 декабря 1988 г. было принято решение Исполкома Моссовета “О реконструкции и развитии Мемориального музея космонавтики”, но оно так и не было реализовано.

Департамент культуры г. Москвы выделял средства на модернизацию технического оснащения Музея. В 2003 г. 20-й Центральный проектный институт Министерства обороны РФ разработал градостроительное обоснование реконструкции и развития Музея как многофункционального комплекса с подземной автостоянкой. Во второй половине 2004 г. дирекция Музея заказала новый вариант проекта. Спроектированный комплекс на той же территории максимально вписывается в существующий рельеф, было учтено подземное пространство и сохранен ландшафт, насаждения, подъезды и площадки.

В марте 2006 г. мэр г. Москвы Ю.М. Лужков провел выездное совещание Правительства Москвы, по итогам которого было принято решение о реконструкции Музея, расширении экспозиционных

площадей с 900 м<sup>2</sup> до 4 тыс. м<sup>2</sup> и прилегающей к нему территории силами архитектурных и строительных организаций города за счет средств, выделенных из бюджета Москвы. К реставрационным работам привлекли архитектора А. Колчина, одного из соавторов первоначального проекта Музея. Фирма “Орбита” Моспромстроя проводила работы по реконструкции Музея. Строительство велось по проекту, разработанному “Моспроектом-4”.

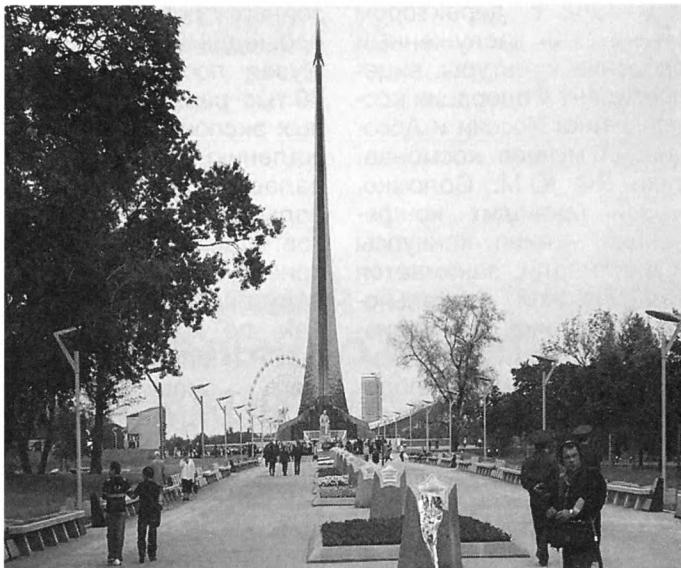
С 25 мая 2006 г. Музей закрыли на реконструкцию, но его сотрудники находили возможность продолжать свою деятельность. Так, в 2007 г. – юбилейном для российской космонавтики – в павильоне № 33 Всероссийского выставочного центра работали выставки “Россия. Дорога в космос” и “...был веку нужен Королёв”, вышла подготовленная научным коллективом Музея уникальная книга “Нежные письма сурового человека” (Земля и Вселенная, 2008, № 2, с. 109). Музей работал на выездных площадках, принимал посетителей и филиал – Дом-музей академика С.П. Королёва.

После реконструкции в корне изменились планировка и дизайн прилегающей к Музею территории. 3 сентября 2008 г., ко Дню города, торжественно открыта реконструированная Аллея героев космоса. В ее центре – макет Солнечной системы, а вдоль Аллеи расположены гранитные звезды, на

Обновленные Аллея героев космоса и монумент "Покорителям космоса".

которых выгравированы названия основных вех истории отечественной космонавтики и имена наших космонавтов. Есть звезды и для будущих покорителей космоса. На Аллее установлен новый 10-метровый бронзовый памятник С.П. Королёву (скульптор – заслуженный художник России С. Щербаков). В торжественной церемонии открытия памятника приняли участие Ю.М. Лужков, руководители города, ученые и космонавты, руководитель Федерального космического агентства А.Н. Перминов, дочь академика С.П. Королёва, Н.С. Королёва, учащиеся московских школ. Выступавшие были едины во мнении, что открытие этого памятника – большое событие, символизирующее нашу преданность и преклонение перед великими достижениями эпохи зарождения отечественной космонавтики.

В ходе реконструкции нашего Музея возникло



много художественно-архитектурных и инженерных проблем. Одна из них – увеличение экспозиционной площади. В Музее появились большие помещения общей площадью 8400 м<sup>2</sup>, в том числе экспозиционные залы – 4 тыс. м<sup>2</sup>, высота потолка увеличилась до 8 м. Теперь можно будет демонстрировать образцы ракетно-космической техники в натуральную величину, например макет базо-

вого блока орбитальной станции "Мир", куда смогут ходить посетители. Будущая экспозиция сочетает в себе научную достоверность и художественную выразительность, широкое применение найдут новейшие музейные технологии и инсталляции. Появятся компьютерные мониторы и экраны, на которых посетители увидят космические сюжеты. В зале космических тренажеров



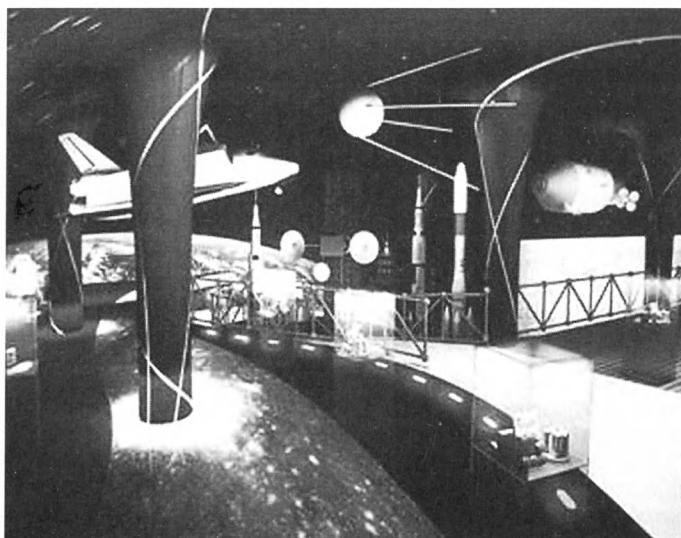
*Почетные гости на открытии Аллеи героев космоса: руководитель Федерального космического агентства А.Н. Перминов, летчик-космонавт СССР В.В. Терешкова, мэр г. Москвы Ю.М. Лужков и летчик-космонавт СССР Б.В. Воинов. 3 сентября 2008 г.*



*Открытие памятника академику С.П. Королёву на Аллее героев космоса около Мемориального музея космонавтики. 3 сентября 2008 г.*

можно с помощью специальных устройств почувствовать себя космонавтом, осуществить виртуальные сближение и стыковку транспортного космического корабля с орбитальной станцией. Среди интерактивных экспонатов – выполненный в миниатюре Центр управления полетами. На двух 50-дюймовых плазменных экранах можно наблю-

дать положение МКС на орбите в реальном времени, слушать переговоры экипажа с Землей, увидеть фото- и видеосюжеты о работе экипажа, находящегося в данный момент на борту станции. Благодаря “закольцованной” экспозиции экскурсантам не приходится дважды проходить мимо одного и того же экспоната. Двухуровневый экспо-



зиционный зал напоминает букву “П”. В вводном зале посетители познакомятся с выставкой “История создания монумента и музея”, здесь же разместится раздел “Исследование Вселенной в докосмическую эру”. Экспозиция зала “Утро космической эры” расскажет о начальном периоде отечественной космонавтики. Другие разделы названы так: “Пилотируемая космонавтика”, “Исследование Луны и планет Солнечной системы”, “Космос – человечеству”, “Международное сотрудничество в космосе”, “Космонавтика и культура”. Замыслы архитекторов воплотились и в ряде оригинальных решений, например созданы зоны приема посетителей. В фойе Музея разместятся гардероб на 400 мест, экскурсионное бюро и магазин сувениров.

Музей на протяжении многих лет умножает свои коллекции, стремясь сделать их богаче и разнообразнее, чтобы полнее освещать научно-технические и гуманитарные аспекты российской космонавтики. В настоящее

*Так будет выглядеть один из экспозиционных залов Музея.*

время фонды Мемориального музея космонавтики насчитывают более 85 тыс. единиц хранения. Это образцы космической техники, личные вещи деятелей ракетно-космической отрасли, архивные документы, кино- и фотоматериалы, предметы нумизматики, филателии, филокартии и фалеристики, произведения изобразительного и декоративно-прикладного искусства, связанные с темой космоса. В ходе реконструкции решилась еще одна проблема – с запасниками, одна из самых острых для музеев. Раньше площадь музейных фондов составляла всего 185 м<sup>2</sup>, нам приходилось арендовать помещения для хранения крупногабаритных экспонатов. Ныне под хранилище выделено двухуровневое помещение площадью около 600 м<sup>2</sup>, фонды разделяют по видам коллекций, предусмотрено использование самых современных научных технологий при хранении экспонатов. За последние годы в Музей поступил ряд интереснейших экспонатов, многие из них впервые будут представлены в новой экспозиции. Это, в первую очередь, полноразмерный макет космического корабля “Союз”, в его составе – бытовая (жилой) отсек, где ранее проходили тренировки космонавтов в условиях кратковремен-

ной невесомости на самолете-лаборатории Ил-76, а также подлинный спускаемый аппарат КК “Союз ТМА-4”, в котором после полета на МКС 24 октября 2004 г. вернулись на Землю космонавты Г.И. Падалка, Ю.Г. Шаргин (Россия) и М. Финк (США). В одном из залов займет место шлюзовой отсек станции “Мир”, из которого космонавты в скафандрах “Орлан” выходили в открытый космос. Будут демонстрироваться и многометровые фермы разных конструкций (“Софора”, “Рапана” и “Стромбус”). Макеты стартовых комплексов, космических аппаратов и ракет-носителей, тренажеры ЦУП сделаны для Музея Новочеркасским центром тренажеростроения, Самарской макетно-производственной фирмой AMS, компанией Транзас. Фотофонд Музея насчитывает более 10 тыс. единиц, наиболее редкие снимки украсят новую экспозицию. Мы покажем посетителям искусство космической эпохи: живопись, графику, декоративно-прикладное искусство, марки, ювелирные изделия, плакаты, открытки, значки и предметы быта.

Особое место Музей уделяет работе со школьниками, после реконструкции она продолжится. В Музее работает Всероссийский детский и мо-

лодежный центр аэрокосмического образования им. С.П. Королёва. Центр оснащен аппаратно-программным оборудованием – комплексом “Алиса СК”, разработана специальная программа проведения занятий с применением этого оборудования. Специально для школьников созданы лекционный и тренажерный залы.

Важная часть посетителей нашего Музея – ветераны космонавтики и пожилые люди, интересующиеся космонавтикой. Музей для них был и остается местом, где они общаются, передают жизненный опыт. Предполагается организовать Клуб ветеранов космонавтики (для него выделено помещение).

Предмет нашей повседневной заботы – обслуживание посетителей с ограниченными возможностями. Сотрудники стараются сделать все, чтобы эти люди чувствовали себя в Музее комфортно: помещения расположены на уровне земли, смонтирован подъемник, предусмотрены пандусы, въезды, специальное оборудование.

Сохраняя, изучая и распространяя знания по истории космонавтики, Музей продолжает служить своему Отечеству.

*Ю. В. КОСТИНА*  
Мемориальный музей  
космонавтики  
Фото Д.А. Гулютина

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)									
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)									

## Когда номер уже был в печати

### Свет в конце тоннеля?

Эта заметка – реакция на итоги прошедшей 25–27 марта 2009 г. в МГУ им. М.В. Ломоносова Всероссийской конференции “Астрономия и общество”. Конференция, безусловно, стала основным мероприятием из проводимых в России в рамках Международного года астрономии (о ней будет подробно рассказано в одном из ближайших номеров “Земли и Вселенной”). Особое внимание на Конференции уделялось проблемам астрономического образования. Их обсуждение и принятие итогового документа вселяет надежду на то, что в обозримом будущем все-таки восстанавливают преподавание астрономии в выпускном

классе общеобразовательной школы и подготовку учителей астрономии в педагогических университетах. Как известно, этого упорно добивалась астрономическая общественность и этому было посвящено немало публикаций, в том числе на страницах нашего журнала (см., например, Земля и Вселенная, 2005, № 1; 2006, № 3; 2007, № 5).

Преподавание астрономии необходимо дифференцировать: учащимся школ физико-математического профиля будет интересен и полезен достаточно глубокий и обстоятельный курс астрономии, рассчитанный на 72 ч (2 ч в неделю), а учащимся, тяготеющим к гуманитарным пред-

метам, – обзорно-мировоззренческий курс (36 ч, 1 ч в неделю). Именно такие предложения автор внес при обсуждении Резолюции Конференции. Ясно, что, если в конце концов они будут приняты, потребуется немало усилий и времени для осуществления квалифицированной корректировки стандартов образования, учебных программ и учебников. Но сейчас, прежде всего, важно, чтобы не погас свет, появившийся в конце тоннеля, и в российскую, теперь уже 11-летнюю, школу вернулась бы астрономия как обязательный учебный предмет.

*Е.П. Левитан*

*Дорогие читатели!*

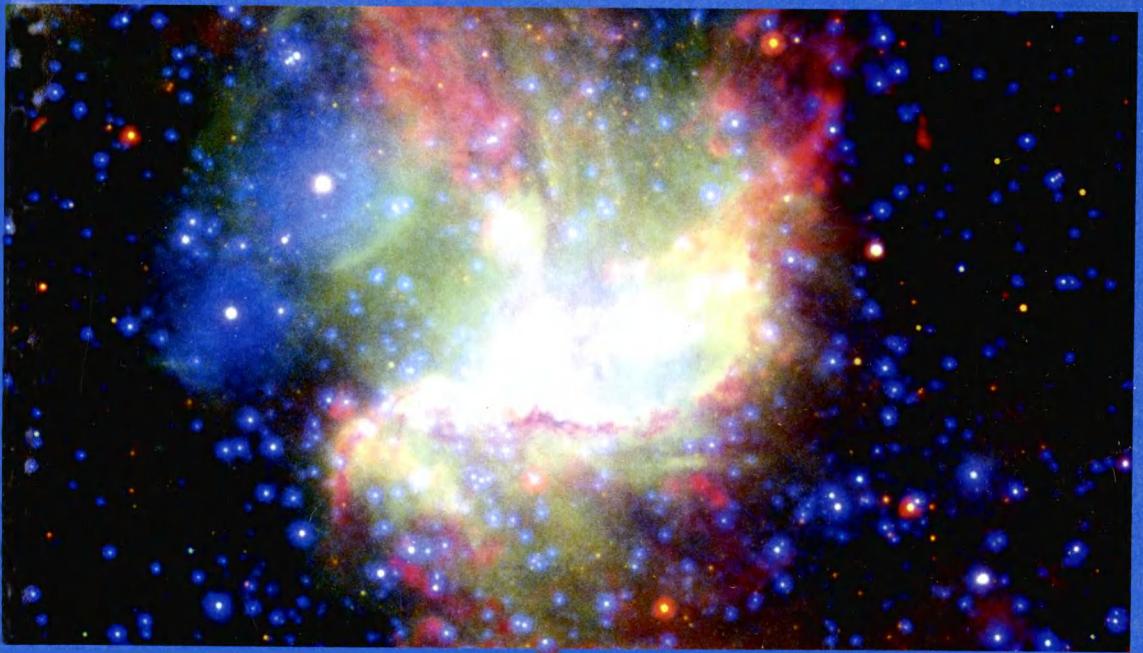
*Напоминаем, что подписаться на журнал “Земля и Вселенная” вы можете с любого номера по Объединенному каталогу “Пресса России” (I полугодие 2009 г.) во всех отделениях связи. Подписной индекс – 70336.*

**Заведующая редакцией** Г.В. Матророва  
**Зав. отделом наук о Земле** В.А. Маркин  
**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 09.03.2009. Подписано в печать 22.04.2009. Формат бумаги 70×100<sup>1/16</sup>  
Офсетная печать. Уч.-изд. л. 12.2. Усл.печ. л. 9.1. Усл.кр.-отт. 5.2 тыс. Бум. л. 3.5  
Тираж 557 экз. Заказ № 162

Учредители: Российская академия наук, Президиум  
Издатель – Академиздатцентр “Наука”,  
117997 Москва, Профсоюзная, 90  
Адрес редакции: 119991 Москва, Марононский пер., 26  
Телефоны: (факс) 238-42-32, 238-29-66  
E-mail: zevs@naukaran.ru  
Оригинал-макет подготовлен МАИК “Наука/Интерпериодика”  
Отпечатано в ППП “Типография Наука”  
121099 Москва, Шубинский пер., 6





“НАУКА”  
Индекс 70336