

ISSN 0044-3948

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА



ЯНВАРЬ – ФЕВРАЛЬ

1/2003





Научно-популярный журнал
Российской академии наук
и Астрономо-геодезического
общества

Издается с января
1965 года

Выходит 6 раз в год

Академиздатцентр
"Наука"

Москва

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

1/2003



Новости науки и другая информация: Атака горного ледника [9]; Солнце в августе-сентябре 2002 г. [24]; Новые книги [26, 27]; Определение времени пролетов Международной космической станции [37]; Рассеяние шаровых скоплений [47]; Нобелевская премия по физике в 2002 г. присуждена за работы в области астрофизики [61]; Килауза продолжает извергаться [71]; Возобновление полетов к Венере [74]; Спутники "Spot-4 и -5" изучают Землю [84]; Леониды-2002: первые результаты [103]; Новые данные о ледяном покрове Западной Антарктиды [110]; Оаоаг: необычный астероид? [111]

В номере:

- 3 ЛЕТНИКОВ Ф.А. "Тепловая машина" Земли
12 ДЬЯЧЕНКО А.И. Ларец сокровищ в туманности NGC 3603 (окончание)

ПРОБЛЕМЫ SETI

- 28 ЕФРЕМОВ Ю.Н. Молчание Вселенной как вызов научному знанию

ЛЮДИ НАУКИ

- 38 ЕРЕМЕЕВА А.И., ЦИЦИН Ф.А. Елена Ивановна Казмирчук-Полонская (к 100-летию со дня рождения)

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 44 МАРКИН В.А. Дегазация Земли
48 ГОЛОВАНОВ Л.В. Мы живем в ритме космоса

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 54 ЛЕВИТАН Е.П. Современная концепция астрономического образования

ИСТОРИЯ НАУКИ

- 62 НАУМОВ Г.В. Биосфера в космосе
72 МАЛЬШАКОВА Н.К., МАСЛЕНИЦЫН С.Ф. Забытые страницы истории планетариев

ИЗ НОВОСТЕЙ ЗАРУБЕЖНОЙ КОСМОНАВТИКИ

- 75 ГЕРАСЮТИН С.А. I. Запуски научных спутников
II. Полеты автоматических межпланетных станций
III. Программа "Спейс Шаттл": хроника полетов

ОБСЕРВАТОРИИ, ИНСТИТУТЫ

- 85 ПОРОШИН А.П., КОСТРОВА Н.А. Нижегородская астрономическая обсерватория

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 88 Небесный календарь: март-апрель 2003 г.
92 ДЕНИСЕНКО Д.В. Покрытие звезд астероидами в 2003 г.

ХРОНИКА СЕЙСМИЧНОСТИ ЗЕМЛИ

- 104 РОГОЖИН Е.А., РЕЙСЕР Г.И. Оценка сейсмического потенциала



© Российская академия наук,
Академиздатцентр "Наука", 2003 г.

Zemlya i Vscennaya (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 Sciences and the Society of Astronomy and Geodesy; 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: Спиральная галактика NGC 300 в 7 млн. св. лет от нас, входящая в группу галактик созвездия Скульптор. Снимок сделан с помощью 2.2-м телескопа Ла Силла, охватывает область 34' x 34'. Фото ESO.

На стр. 2 обложки: Вверх – астронавты США и космонавты РФ на борту МКС, доставленные на станцию КК "Индевор" (STS-111). На первом плане экипаж пилот основной экспедиции: С.Е. Трещев (РФ), В.Г. Корзун (РФ) и П. Уитсон (США), работавшие на МКС в июне–декабре 2002 г. Снимок сделан в июне 2002 г. Фото NASA. Внизу – экипаж КК "Атлантис" (STS-112): С. Манус, Д. Вольф, П. Мелрой, Дж. Эшби, П. Селлерс (США) и Ф. Юрчион (РФ), совершавший полет на МКС в октябре 2002 г. Фото NASA.

На стр. 3 обложки: Пылевые слои в созвездии Южной Короны, выделяющиеся из-за различных условий: они поглощают и отражают свет. Плотные струйки – возможные холодные молекулярные облака. Снимок охватывает область около 5°, а туманность находится на расстоянии примерно 500 св. лет. Фото Англо-австралийской обсерватории.

На стр. 4 обложки: Вид с севера, со стороны долины Геналдон, на леднике Майли (слева) и Колка. Справа – вершина Джамарай-Хох и выступающий ледник – источник гигантского ледника Колка, с которого 20 сентября 2002 г. обрушилась масса льда, камней и грязи объемом около 100 млн. м³. Ледник Майли переосечен "сладом" стремительной подтопки ледника Колка, вызвавшей катастрофические разрушения и гибель людей. Фото Л.В. Давыдова.

In this issue:

- 3 LETNIKOV F.A. Earth "Heat Engine"
12 DYATCHENKO A.I. Treasury Box in Nebula NGC 3603 (final part)

SETI PROBLEMS

- 28 EFREMOV Yu.N. Silence of the Universe as Challenge to Scientific Knowledge

PEOPLE OF SCIENCE

- 38 EREMEJEVA A.I., TSYTSYN F.A. Elena Ivanovna Kazimirchack-Polonskaya (to the 100th birthday)

SYMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

- 44 MARKIN V.A. Degassing of the Earth
48 GOLOVANOV L.V. We live in Cosmic Rhythm

ASTRONOMIC EDUCATION

- 54 LEVITAN E.P. Modern Conception of Astronomic Education

HISTORY OF SCIENCE

- 62 NAUMOV G.V. Biosphere in Space
72 MAL'SHAKOVA N.K., MASLENITZYN S.F. Forgotten Pages of Planetarium History

NEWS OF FOREIGN COSMONAUTICS

- 75 GERASJUTIN S.A. I. Launches of Scientific Satellites
II. Flights of Automatic Interplanet Stations
III. Programme "Space Shuttle": Chronicle of Flights

OBSERVATORIES, INSTITUTES

- 85 POROSHIN A.P., KOSTROVA N.A. Nizhegorodsky's Astronomic Observatory

AMATEUR ASTRONOMY

- 88 CELESTIAL CALENDAR: March–April 2003
92 DENISENKO D.V. Covering Stars with Asteroids in 2003

CHRONICLE OF EARTH SEISMOLOGY

- 104 ROGOZHIN E.A., REISNER G.I. Evaluation of Seismic Potential

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,
доктор физ.-мат. наук Л.В. ЗЕЛЕНЬКИЙ,
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,
доктор физ.-мат. наук Ю.А. СУРКОВ,
доктор техн. наук Г.М. ТАМКОВИЧ,
академик АН Молдовы А.Д. УРСУЛ, член-корр. РАН А.М. ЧЕРЕПАШУК,
доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

“Тепловая машина” Земли

Ф. А. ЛЕТНИКОВ,
академик
Институт земной коры СО РАН (Иркутск)

Среди всех источников энергии Земли преобладает **внутренний тепловой поток**. Он обусловлен тем, что с глубиной температура горных пород повышается, а количество тепла, переносимого из недр планеты к ее поверхности, определяется величиной **геотермического градиента**. В зависимости от геологической ситуации, возраста и строения земной коры она колеблется от 6–8 до 35–40 К/км. Геотермический градиент отражает степень стационарного переноса тепла из недр Земли к поверхности. **Процесс старения планеты характеризуется уменьшением теплового потока**. В большинстве случаев от раннего архея



до кайнозоя геотермический градиент возрастал, а сами масштабы теплового воздействия на породы коры снижались.

На фоне монотонного линейного угасания тепло-

вого потока в геологической истории Земли многократно происходили отдельные **выбросы** из ее недр гигантских количеств **тепловой энергии**. Следствием таких тепловых взрывов является развитие процессов плавления и теплового преобразования горных пород – магматизма, вулканизма и метаморфизма, с которыми тесно связаны процессы рудообразования. Судя по геохронологическим данным, тепловые импульсы обладают столь высоким энергетическим потенциалом, что инициируемые ими процессы длятся миллионы, десятки и даже сотни миллионов лет.

НЕ РАДИОАКТИВНОСТЬ,
А ФЛЮИДЫ...

В большинстве учебников и монографий, посвященных внутреннему строению Земли, без особых доказательств деклариру-

ется тезис о том, что в формировании глобально-теплового потока ведущая роль принадлежит радиоактивному распаду элементов. Но сторонники этой точки зрения сталкиваются с неразрешимыми

проблемами. Вот важнейшие из них.

Тенденция к снижению содержания в породах литосферы радиоактивных элементов по мере погружения в мантию Земли не подтверждает **радиоген-**

ную природу глубинного теплового потока. В равной мере это относится и к метеоритам-хондритам, которые, согласно общепринятой теории формирования Земли, послужили той основой, на которой сформировалась планета.

Если стать на точку зрения о радиогенном источнике глубинного тепла, постоянно во времени, то невозможно объяснить отмечаемые неоднократно в геологической истории Земли катастрофические тепловые выбросы из ее недр в верхнюю мантию, земную кору, атмосферу и гидросферу. При этом в геологическом масштабе времени они могут быть сравнительно кратковременными – годы, десятки, сотни лет, а когда тепловые воздействия охватывают значительные по площади ареалы – миллионы и даже десятки миллионов лет. Ра-

диогенная модель такого механизма накопления и последующего выброса тепла из недр Земли до сих пор никем не предложена.

Все геологические процессы, обусловленные тепловыми глубинными потоками, характеризуются интенсивной флюидизацией верхней мантии и земной коры. Под термином "флюид" понимается газовая, водно-газовая, водная или паровая среда, состоящая из компонентов флюида в соединении с петрогенными, рудными и иными элементами и заключенная или переносимая в массе горных пород литосферы. В глубинных процессах, протекающих при $T > 400^{\circ}\text{C}$, флюиды представлены исключительно газовыми смесями.

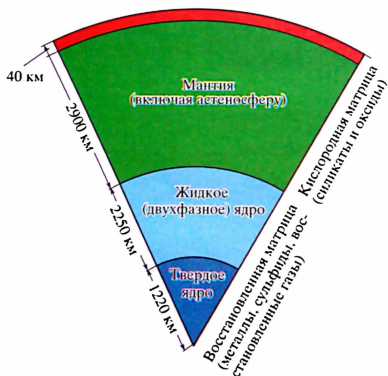
Газовые смеси сжимаемы. Поэтому при высоких давлениях в глубинных условиях они, достигая высо-

ких плотностей, представляют собой уникальный теплоноситель: в сравнительно небольшом объеме сжатого флюида заключено значительное количество тепловой энергии.

Именно флюидные потоки, выступая в роли теплоносителя, порождают процессы магматизма, вулканическую активность, метаморфизм и, более того, тектоническую мобильность литосферы (!) – так утверждает плюм-тектоника. Повсеместно любые геологические процессы, происходящие в коре и мантии сопровождаются флюидизацией литосферы. Все указывает на то, что в качестве теплоносителя выступают высокоэнергетические глубинные флюидные потоки.

ЗЕМЛЯ В РАЗРЕЗЕ

Геофизики создали достаточно аргументированную, основанную на натуральных наблюдениях модель внутреннего строения Земли. Различные скорости прохождения сейсмических волн позволили определить все геологические границы, а по наличию продольных и поперечных волн – состояние внутренних слоев Земли. В контексте рассматриваемой нами проблемы о тех зонах Земли, в которых могут зарождаться глубинные флюидные потоки, внимания заслуживают внешнее (жидкое) ядро Земли и астеносферные



Обобщенная схема внутреннего строения Земли.

слои, подстилающие континентальные и океанические плиты.

Планета Земля образовалась за счет конденсации протопланетного вещества из газопылевого облака. Количество газовых компонентов, вошедших в состав планеты, было столь велико, что они приняли участие в формировании Мирового океана, атмосферы и горных пород. Спустя ~ 4.5 млрд. лет после возникновения геологических процессов на планете газы и вода продолжают выделяться из ее недр в режиме стационарной глобальной диссипации и в виде локальных или дискретно-локальных высокоэнергетических систем (отдельные вулканы, вулканические дуги, "черные курильщики" на дне океанов). Все эти потоки из глубин Земли объединяются под общим названием "флюид".

Скопления флюидов в недрах фиксируются геофизическими методами, и на сегодняшний день главными и наиболее масштабными флюидосодержащими системами на больших глубинах являются астеносфера и жидкое ядро Земли.

Внутреннее строение Земли – результат ее длительной самоорганизации,

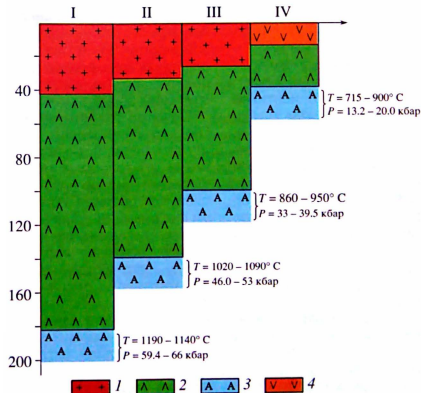
Обобщенные разрезы континентальных литосфер разных степеней зрелости: I – архейская, II – протерозойская, III – фанерозойская и IV – океаническая. 1 – континентальная земная кора; 2 – истощенная мантия; 3 – астеносфера; 4 – океаническая кора.

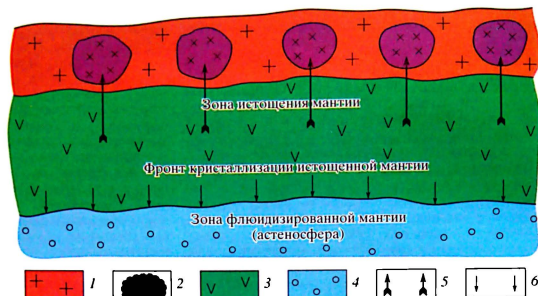
в результате которой сформировались (следуя от центра к поверхности) твердое и жидкое ядра, твердая литосфера, астеносфера (флюидизированная часть верхней мантии) и сравнительно тонкая (не более 40–50 км на древних кратонах) земная кора.

Астеносферные слои, подстилающие литосферные блоки разного возраста и соответственно степени зрелости, имеют флюидную природу и являются результатом необратимого процесса дегазации верхней мантии. Односторонний длительный процесс выноса из мантии флюидных и так называемых некогерентных элементов (к ним относятся кремний, калий и натрий) должен приводить к уменьшению содержания этих компонентов и как следствие к их кристаллизации.

Таков механизм формирования твердой литосферы верхней мантии. Кристаллизация пород мантии, идущая сверху вниз, обусловит "отжимание" пород фронтом кристаллизации флюидных и примесных компонентов и формирование подстилающей астеносферы. Именно обогащенные астеносферы флюидными компонентами переводит ее в особое физическое состояние – насыщенные пузырьками и пленками флюидов, в результате чего происходит частичное плавление пород; размеры участков плавления могут колебаться от микронов до нескольких метров.

Астеносферные слои, подстилающие континентальные плиты, начали формироваться совместно с этими плитами, по мере нарастания мощности литосферы они отступали на





Модель формирования триады земная кора – истощенная мантия – астеносфера: 1 – континентальная кора; 2 – очаги гранитизации и выплавления гранитов, большей частью гранитогайсовое купола; 3 – истощенная мантия; 4 – астеносфера; 5 – направление переноса гранитизирующих флюидов; 6 – направление движения флюидов перед фронтом кристаллизации мантии.

глубину. Поэтому чем древнее литосферный блок и венчающая его континентальная кора, тем глубже погружена подстилающая его астеносфера и тем выше температура и давление заключенных в ней флюидов. В силу этого обстоятельства энергетический потенциал и состав флюидных систем астеносферных слоев будут различны. Так, под древними архейскими ядрами земной коры (кратонами) заключены флюидные системы, находящиеся под огромным давлением – 50–60 кбар при температурах 800–

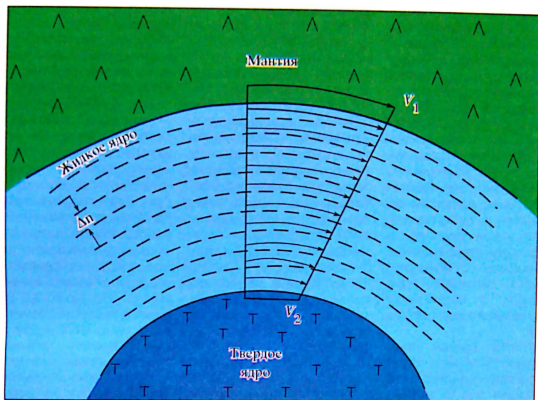
1000°C, а астеносферы под океаническими плитами на глубинах 40–60 км характеризуются давлением не выше 10–15 кбар с температурами от 500 до 600°C. И если глубинный разлом рассечет литосферу, достигнет астеносферного слоя и по нему в земную кору устремятся флюиды, то с глубины 150 км он принесет намного больше тепловой энергии, чем в случае с океанической астеносферой, где флюид “стартует” с глубины 50 км.

С другой стороны, за несколько миллиардов лет астеносфера под архейскими кратонами и платформами сильно истощилась. Как правило, под ними она очень тонка, а в некоторых случаях не фиксируется вообще. Именно в силу этого обстоятельства тепловой поток на континентах значительно ослаблен по отношению к океаническим плитам, где мощная астеносфера начинается со сравнительно малых глубин.

Характерная черта всех астеносферных флюидных систем – снижение их энергетического потенциала и масштабов воздействия на верхние уровни литосферы в связи с необратимым процессом старения Земли и потерей флюидной компоненты астеносферных слоев.

По сравнению с астеносферой неизмеримо более высоким энергетическим потенциалом и запасами флюидных компонентов располагает жидкое земное ядро. Оно начинается на уровне 2900 км и заканчивается в 2250 км от границы между мантией и твердым ядром. Давление изменяется от 1350 до 3300 кбар, температура – от 4000 до 5500°C, вязкость – от 10^3 – 10^6 до 10^7 – 10^{10} пуаз (единица вязкости), плотность – от 9.9 до 12.5 г/см³.

Высокая плотность и низкая вязкость указывают на то, что жидкое ядро образовалось на базе флюидизированного преимуще-



ственно железного расплава. По ориентировочным оценкам петрологов, в нем содержится: Fe – 86%, S – 12% и Ni – 2%. Поскольку жидкое и твердое ядра состоят из железа или железо-никелевых соединений, то их способность растворять газы, и в первую очередь водород, является универсальной. Общеизвестно, что для этих металлов характерно увеличение растворимости водорода с ростом температуры, тогда как изменение концентрации водорода в металле пропорционально квадратному корню из его парциального давления. С ростом температуры водород диссоциирует на атомы; например, при 1 атм и 5000°C степень диссоциации достигает 0.9469, поэтому следует полагать, что в земном ядре водо-

род присутствует преимущественно в атомарном состоянии, обладая высокой химической активностью. Если придерживаться широко распространенной точки зрения о преобладающем водородном составе флюидов в земном ядре, можно в первом приближении оценить энергетические параметры флюидных систем в жидком ядре и объяснить некоторые стороны процесса отделения от него флюидов.

ТРАНСПОРТ ТЕПЛА К ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

Посмотрим, какие процессы в жидком ядре могут приводить к генерации тепла и его переносу в верхние оболочки Земли. Ядро вместе с Землей испытывает суточное вращение. Разница в вязкости

Разрез земного ядра. В ходе суточного вращения Земли слои жидкого ядра на границе с мантией перемещаются с большей скоростью (V_1), чем на границе с твердым ядром (V_2). Энергия трения слоев рождает поток тепла от ядра к поверхности Земли.

вещества жидкого ядра и облегчающей его твердой мантии на 15–17 порядков (!) внутри ядра Земли неизбежно вызывает процесс торможения квазипотока на границе этих сред, что приводит к выделению теплоты трения. Кроме того, поскольку во внешнем жидком ядре изменяются плотность, температура, давление и вязкость (на 4–5 порядков), то неизбежно должно произойти расслоение вязкого вещества на зоны с раз-

ной плотностью и вязкостью. В силу проявления этого эффекта во вращающейся массе жидкого ядра возникают слои, которые с различной скоростью перемещаются относительно друг друга. В итоге в сечении внешнего жидкого ядра образуется огромное число полос расплава с разной вязкостью. Трение маловязкого вещества на границах внешнее ядро – мантия и внешнее ядро – внутреннее ядро и полос с разной вязкостью внутри жидкого внешнего ядра приведет к выделению значительного количества тепла.

Теплота трения обусловлена главным образом внутренним трением, возникающим между слоями маловязкого субстрата. Согласно закону Ньютона, касательное напряжение сил внутреннего трения пропорционально градиенту скорости. Чем больше разность между скоростями передвижения отдельных слоев относительно друг друга и их число, тем масштабнее генерация теплоты трения.

Зная размеры внешнего ядра, мы приходим к неизбежному выводу о том, что в ходе суточного вращения Земли жидкие слои на границе с мантией (глубина – 2900–3000 км) будут перемещаться с большей скоростью – V_1 , чем слои, прилегающие к твердому ядру (~ 5150 км), – V_2 , т.е. $V_1 \neq V_2$.

Предложенная модель генерации тепла во внешнем жидком ядре Земли – наглядный пример реализации механизма перехода

гравитационной энергии Солнца, сообщающей вращение Земле, в тепловую энергию трения в ее внешнем жидком ядре. Очевидно, что пока Земля будет обладать достаточным по размерам внешним жидким ядром, генерирующим теплоту трения в ходе суточного вращения, то столь же долго будет существовать стационарный тепловой поток к ее поверхности с периодически выделяющимися флюидами. В тех случаях, когда тепло, выделяемое в жидком ядре Земли, по механизму, рассмотренному выше, не успевает отводиться в вышележащую мантию, происходит рост температуры, что обуславливает снижение растворимости газов в расплаве. Накопление газа и обособление его в массе расплава жидкого ядра, совершающего суточный оборот, порождают неустойчивость системы и выброс газового скопления за пределы жидкого ядра в мантию.

Так формируются плюмы и суперплюмы. По сути, выброс плюма во многом схож с тепловым взрывом, теоретические основы которого были разработаны Н.Н. Семеновым, Д.А. Франк-Каменецким и А.Г. Мерджановым. Тепловой взрыв сопровождается выделением газовой фазы, которая сама является теплоносителем. Отделившийся от жидкого ядра плюм обладает огромным энергетическим потенциалом (давление > 1300 кбар и температура > 4000°C). Если вспомнить, что кислород

но-ацетиленовое пламя, которым в технике разрезают любые металлические изделия, имеет давление всего лишь несколько атмосфер и температуру около 3000 С, то газовой плюм, отделившийся от ядра, будет “прожигать” порды мантии, переводя их в газовую фазу. Это эндотермический процесс, и он требует значительных затрат тепловой энергии. На первый взгляд, это должно мешать дальнейшему развитию плюма и привести его к исчезновению. Но есть одна особенность, что от 60 до 80 объема породообразующих минералов, слагающих породы мантии, занимают крупные атомы кислорода, то все становится понятным. Плюм состоит из восстановленных газов и бескислородных соединений, взаимодействие которых с кислородом горных пород будет сопровождаться выделением тепла. Это экзотермические процессы. Так компенсируется тепловая энергия плюма, что предельно продвигает его в верхние горизонты мантии и далее – земную кору без существенных потерь тепловой энергии. Такой механизм приведет к переводу преимущественно водородного плюма в водородно-водный с накоплением в газовой фазе летучих соединений, выходящих из сублиминуемых пород мантии, что, с одной стороны, увеличит его объем, а с другой – исполнит тепловую энергию.

В жидком ядре заключен 31% общей массы Земли с очень высоким энер-

гетическим потенциалом. Даже незначительные отклонения от стационарного состояния этой системы, находящейся в суточном движении вокруг оси Земли, будут сопровождаться сильными выбросами тепловой энергии в виде плюмов. Их воздействие скажется и на состоянии верхних горизонтов мантии и земной коры.

Создание модели "тепловой машины Земли" позволило с совершенно новых позиций подойти к рассмотрению многих процес-

сов формирования нашей планеты как самоорганизующейся открытой неравновесной динамической гиперсистемы. Предложенный механизм генерации тепла в жидком ядре Земли позволяет решать многие проблемы тектоники, петрологии, геохимии и рудогенеза.

Развиваемый нами тезис о смене стационарных состояний жидкого ядра периодами потери устойчивости и отделения суперплюмов, возможно, носит стохастический характер или

же соотнесен с циклами эндогенной активности общепланетарного характера. Как показал Ю.Н. Авсюк, появление подобных циклов обусловлено влиянием космических факторов. Тогда отделение небольших по масштабам плюмов может происходить стохастически, а суперплюмов – детерминировано. В таком случае они будут проявляться пульсационно в виде чередующихся в геологическом времени эндогенных процессов.

Грозные явления природы

Атака горного ледника

20 сентября 2002 г. поздним вечером, когда темнота уже окутала склоны гор Кавказа, в долине реки Геналдон в Северной Осетии произошла грандиозная катастрофа, унесшая жизни около 150 человек. Из верховьев реки вырвалась огромная ледяная глыба – смесь льда, камней, грязи и воды объемом около 100 млн. м³. Мощный сель сначала стремительно промчался по двухкилометровому каналу, затем по девятикилометровому тропу и еще 4 км по дну Кармадонской котловины, известной своими термальными источниками. Скорость движения достигала (6)–70 км/ч. Вязкотурбулентный поток захлестывал на плечи трога, порюю на высоту до 150 м, сбрасывая вниз все, что попадалось на его пути. Ударившись в стену Скалистого хребта,

сель протиснулся в узкую щель шириной всего в несколько десятков метров, оставив перед ней около 100 млн. м³ льда и камней. Он заполнил тоннели автодороги, смел турбазу, отдельно стоявшие постройки, автомобили на дороге и людей.

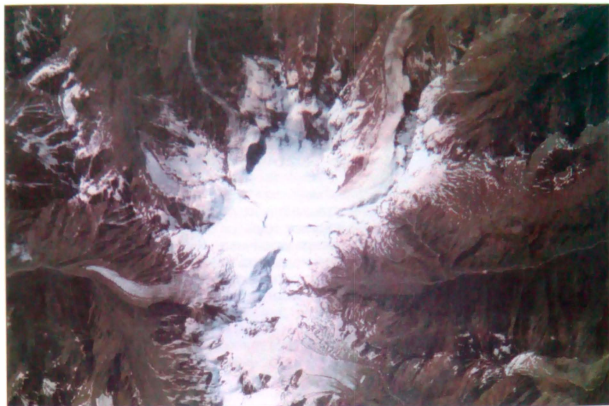
Гляциологи Института географии РАН установили, что произошла очередная подвижка (пульсация) ледника Колка. Она не была предсказана ввиду отсутствия наблюдений в верховьях долины Геналдон. Между тем ледник, расположенный на северном склоне потухшего вулкана в пределах Казбек-Джамарайского массива, давно числен исследователями оледенения Кавказа в разряд пульсирующих (периодически выбрасывающих в долину излишки своей массы).

Впервые ледник проявил себя как пульсирующий в июле 1902 г. Тогда вниз по ущелью устремился ледниковый сель, были разрушены аулы, снесены мосты, погибло несколько десятков человек. Через 67 лет,

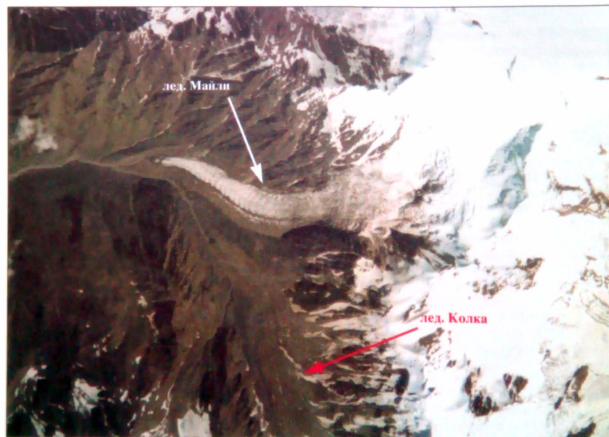
поздней осенью 1969 г., ледник снова перешел в наступление: ледяной поток стометровой толщины, двигаясь со скоростью до 100 м в сутки, остановился у Кармадонских источников.

Решающую роль на этот раз сыграла, по-видимому, особенность расположения ледника на склоне хотя и потухшего, но еще сохранившего тепло вулкана. После выноса льда из-под стен вершины Джамарай-Хох образовалось скопление теплых паров вулканических газов, появился устойчивый сероводородный запах. Нарушение теплового режима горного обрамления ледника вызвало интенсивное сокращение в течение нескольких дней концевых частей висячих ледников – основного источника питания Колки. Объемы обвалного льда в сумме во много раз превысили годовую норму. Уже созревающий ледник пришел к быстрой подвижке гораздо раньше срока.

Объем талой воды на теплом ложе ледника Колка был также существенно выше нормы, а обильные осадки летнего сезона 2002 г. увеличили количество подледной воды. Сдвигающие усилия в области аккумуляции



А



Б

А – Казбек-Джамарайский горный узел Главного Кавказского хребта с ледниками Майли и Колка. Снимок сделан 13 августа 2002 г. российскими космонавтами В. Корзуном и С. Трещёвым с борта МКС. Фото РКК “Энергия”.

Б – Фрагмент снимка от 13 августа 2002 г., сделанного В. Корзуном и С. Трещёвым с борта МКС. Ледник Майли и нижняя часть ледника Колка, “бронированная” моренным чехлом, из под которого вытекает речной поток. В августе 2002 г. вогнутый ледник Колка стал выпуклым, что свидетельствует о переходе его в стадию подвижки. Фото РКК “Энергия”.

превысили удерживающую силу ледникового языка, и по леднику прокатилась серия волн активизации, последняя из которых привела к подвижке. Водная сызкая нейтрализовала торможение, вызываемое неровностями ложа, и ледник быстро соскользнул. Вначале он слегка задержался в тесном каньоне, а потом обрушился в речную долину Геналдона.

13 августа в 14 ч 07 мин по московскому времени командир Международной космической станции (МКС-5) Валерий Корзун, выполняя съёмку перевалов Главного Кавказского хребта по программе “Ураган”, сделал снимок Казбек-Джамарайского горного узла цифровой камерой Kodak760 DCS с объективом $F = 800$ мм. Сфотографирована площадь 16×11 км при разрешении на местности около 5 м.

В левой верхней части снимка ярко выделяется язык ледника Майли, самого большого в долине реки Геналдон. Очертаниями он напоминает бараний рог. На нем хорошо видны так называемые волновые отгибы – дугообразные полосы, обращенные выпуклой стороной вниз. Их около 30, и каждая, как на срезе ствола дерева, соответствует одному году жизни ледника. Отгибы возникают, когда очередная порция льда перетекает из областа аккумуляции через огромный ледопад на язык.

Ледник Колка, быстрая подвижка которого вызвала катастрофу 20 сентября 2002 г., расположен западнее более крупного ледника Майли. Плотный моренно-каменный чехол маскирует ледник на фоне скальных бортов. И все же на снимке его можно легко дешифрировать по светлой ленте реки, начинающейся из грота ледника.

В этот день самая нижняя часть ледника еще не активизировалась, т.е. волны напряжений ее не достигли, но выше уже наметилась первая волна активизации. Это фронт пульсации по состоянию на 13 августа. За ним – целая серия подобных волн. В сечении это лобообразные повышения поверхности ледника – настораживающий фактор для гляциолога.

Серия волн активизации и выпуклый профиль свидетельствуют о пульсации ледника. Далее начинается необратимый процесс. Как только фронтальная кинематическая волна достигнет окончания ледника (грота), он начинает медленно наступать. На его поверхности возникают первые поперечные трещины, их число растет, появляются продольные, а вдоль бортов – косые; все они быстро разрывают взбухающий язык до самых верховий.

Ледник покрывает густая сеть разломов, через которые атмосферные осадки стекают к ло-

жу. Подледные озера расширяются, смыкаются, и их уровень становится соизмерим с неровностями ложа. На Колке все это длилось 20–30 дней. Затем тело ледника разуплотнилось, его поверхность поднялась на 20–30 м, и лед начал переливаться через гребни береговых морен. Ледниковый язык не выдержал давления сверху и вечером 20 сентября обрушился на долину. Все произошло очень быстро. Очевидцы свидетельствовали: «Мы спустились на “Ниве”, когда мимо пролетела какая-то туча. Мы включили “дворники” и увидели, что уперлись в глыбу льда». Этим людям повезло, а более 100 человек, среди которых была съемочная группа из Москвы, – пропали без вести, скорее всего погибли. Ледник разрушил корпус санатория и турбаз, полтора десятка домов в селении Кармадон, линии электропередачи протяженностью 1,5 км.

Последствия катастрофы не были бы столь губительными при сохранении постоянных наблюдений над ледником, которые гляциологи ежегодно проводили после подвижки ледника Колка в 1969 г. К сожалению, их прекратили 25 лет назад, но теперь регулярные наблюдения предполагается возобновить.

*Л.В. ДЕСИХОВ,
кандидат географических наук
Институт географии РАН*

Ларец сокровищ в туманности NGC 3603*

А. И. ДЬЯЧЕНКО

СУДЬБА ДИСКОВ

К сожалению, высокий темп испарения **околозвездных дисков** (Земля и Вселенная, 1988, № 5) в NGC 3603 делает их очень короткоживущими образованиями со средним временем жизни всего 100 тыс. лет. Если находящиеся в туманности три глобулы Бока (напомним: это плотные компактные сгущения холодного нейтрального молекулярного газа и пыли) являются проплидами, то факт одновременного наблюдения здесь сразу трех таких объектов свидетельствует о высокой распространенности протопланетных дисков даже в столь горячем месте, как крупнейшая наблюдаемая область III в Млечном Пути. Очень приятно сознавать, что протопланетные диски возникают даже поблизости от самых массивных и горячих звезд Галактики

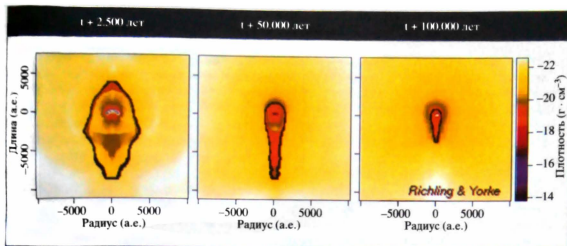
(в Туманности Ориона нет ни одной звезды с массой, хотя бы близко приближающейся к 100 солнечным). Но как бы ни ласкал наш слух подобный замечательный факт, не следует забывать, что для формирования нашей Земли едва бы хватило даже миллиона лет (такой срок отводят астрономы некоторым проплидам в Орионе до полного испарения), не говоря уже о 100 тыс. лет, по истечении которых в NGC 3603 не останется и следа от трех красивых капель-глобул.

К счастью, такое экстремальное окружение встречается в Млечном Пути очень редко. В типичных OB-ассоциациях Галактики концентрация столь массивных и горячих звезд гораздо ниже, поэтому в них проплиды имеют значительно более высокие шансы выжить и просуществовать достаточно долго – до превращения в **планетные системы**. Кроме того, в самых высокотемпературных

областях у них остаются шансы, если звезды с протопланетными дисками формируются до главной вспышки звездообразования в центральном скоплении или уже после того, как крупнейшие гиганты взорвутся как сверхновые. Шансы остаются также и у тех звезд, которые формируются вдали от очень горячих мест.

Существует еще одна интересная гипотеза на этот счет, оставляющая надежду даже короткоживущим проплидам в NGC 3603. Мы уже упоминали о скрытой фазе жизни протопланетного диска. За это время, а также в оставшийся короткий период открытой эволюции диска (в стадии глобулы-проплида) пылевые частицы могут успеть слипнуться в настолько крупные образования, что внешнее излучение уже не будет им серьезно угрожать. В этом случае в диске будут разрушаться главным образом только газовая компонента и "ме-

*Окончание. Начало см.: "Земля и Вселенная", 2002, № 5.



Компьютерная модель процесса разрушения протоплуты с массой $2M$ в потоке ионизирующего излучения центрального скопления NGC 3603. Типичное время образования планетной системы с момента охлаждения протопланетного диска во всех современных моделях не менее 1 млн. лет.

лочь, а крупные твердые фрагменты (крошечные планетезимали) переживут эту стадию вместе со звездой. Вы, наверное, догадались, что может получиться дальше. А дальше по мере эволюции такого диска из оставшейся в нем крупной фракции может сформироваться планетная система с множеством планет земного типа и абсолютно лишенная газовых гигантов. Каково?!

В пользу этой гипотезы уже есть и один замечательный факт. Обратите внимание – на цветных снимках КТХ протоплуты в Орионе (здесь имеются в виду сами диски) серого цвета. С одной стороны, они не абсолютно черные, свет все же частично проходит через них или рассеивается на их поверхности.

С другой – пыль в них совершенно безразлична к цвету светового луча. Поэтому-то они и бесцветны. Такая ситуация необычна. Ее можно объяснить лишь тем, что частицы дисков в Орионе уже достаточно укрупнились, ибо только очень мелкая пыль (доли миллиметра) способна избирательно рассеивать свет, предпочитая синий луч красному. Вспомните, почему отражательные туманности – голубые, а Солнце на закате – красное. Когда размеры частиц увеличиваются и достигают долей миллиметра, их цветовая избирательность пропадает, точнее, смещается в более длинноволновую область спектра. Направив в Орион радиотелескопы, астрономы обнаружили, что типичные размеры частиц в оголившихся протопланетных дисках колеблются здесь в интервале от снежинки до крупной гальки.

СКОПЛЕНИЕ

Вернемся к центральному звездному скоплению

туманности NGC 3603, в котором множество звезд уже миновало младенческую стадию, а самые яркие члены даже успели прожить значительную часть зрелой жизни. Оно имеет собственное обозначение – HD 97950. Диаметр этого сверхкомпактного скопления оценивается всего в 6 св. лет, а общая масса – более чем в $10^4 M$ (Земля и Вселенная, 1990, № 1). Говорить о его возрасте нужно очень осторожно, ибо в этой области рождение звезд могло протекать, и скорее всего протекало, в несколько эпизодов. Нам еще придется коснуться данной темы: здесь же мы только сделаем грубую оценку времени, прошедшего с момента последней вспышки звездообразования, по самым ярким и массивным членам его ядра.

Известно, что чем массивнее звезда, тем быстрее она сжигает топливо в недрах, приближая свой конец. Самым горячим и массивным гигантам отведен вообще пустячный срок – всего несколько миллионов лет. В ядре скопления

до сих пор живут огромные тяжеловесы класса O3 массой по 100 солнц каждый. Кроме того, в скоплениях насчитывается около 20 звезд Вольфа – Райе (Земля и Вселенная, 1994, № 2), возраст которых не превосходит 3–4 млн. лет. Более детальное изучение трех звезд Вольфа – Райе в его ядре показало, что они, возможно, самые яркие представители своего класса из известных в Галактике. Их светимость в миллион раз превышает светимость Солнца, а возраст должен быть меньше 2 млн. лет. Данное обстоятельство заставляет астрономов считать, что последний эпизод звездообразования с центром в HD 97950 произошел здесь не более 1–2 млн. лет назад. Однако за такое время звездный ветер массивных звезд скопления успел очистить от газа достаточно большую полость в туманности. На ближних к скоплению вершинах газопылевых облаков ветер «выточил» причудливые арки, а перед головой ближней к скоплению глобулы можно даже увидеть отчетливую дугу ударной волны (взаимодействие звездного ветра скопления с потоками испаряющегося вещества протопланетного диска?).

Чрезвычайно важен вопрос о том, сколь широкий диапазон масс рождающихся в этой туманности звезд. Если бы оказалось, что появление в NGC 3603 (а также в других более крупных областях HD во Вселенной) огромных гигантов препятствует рождению маломассивных

звезд и ставит нижний предел на массу светил, которым еще позволено рождаться в таком соседстве, то вся гипотеза о рождении шаровых скоплений (Земля и Вселенная, 1984, № 6) в гигантских областях HII рушится, как картонный домик. Теория в этом вопросе пока малоэффективна. Большинство современных теоретических моделей рождения звезды из сжимающегося облака вообще ограничивается случаем одиночного изолированного светила. Но где во Вселенной это видно? Рождение одной-единственной звезды из большого молекулярного облака равносильно рождению одной-единственной капли воды из большой грозовой тучи! Известно, что звезды рождаются группами, и с того момента, как зажигаются первые массивные звезды, они начинают главенствовать в родительской туманности и своим светом мощно воздействовать на все окружение. Вопрос: как сильно? На сегодняшний день никто точно не знает, что именно определяет реальные массы звезд, рождающихся в гигантских турбулентных газовых облаках.

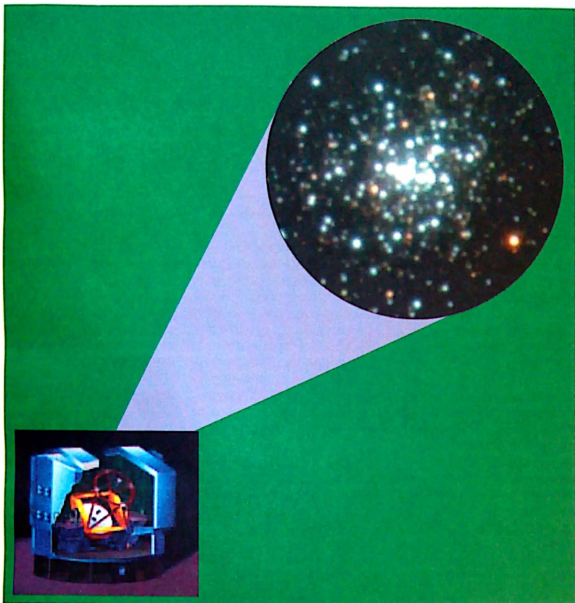
Чтобы доказать, что NGC 3603 действительно мини-прототип рождающихся гигантских шаровых скоплений, нужно подтвердить, что в скоплении наряду с десятками массивных и очень массивных звезд образуется множество (тысячи) совсем крошечных и слабых светил. Они со временем и станут его главными обитателями – точно в-

точно как в старых шаровых скоплениях сегодня. По истечении нескольких десятков миллионов лет в родившемся скоплении не останется ни одного гиганта. Кто же тогда, как не сомы солнцеподобных светил, составит остов шарового сообщества? В этом кроется еще одна из причин, по которой туманность NGC 3603 изучается с таким пристрастием, и то, что удалось сделать в этом отношении астрономам ESO, заслуживает особого внимания.

КАК В NGC 3603
ПЕРЕСЧИТЫВАЛИ ЗВЕЗДЫ

До середины 1990-х гг. в подобных областях интенсивного звездообразования астрономы могли видеть лишь наиболее тяжелые и яркие звезды, ибо последние своим светом просто-напросто «забивали» все вокруг. Вплоть до 1999 г. вопрос о возможности рождения маломассивных звезд в таком окружении все еще оставался открытым. Существовавшие свидетельства в ее пользу не уточняли, образуются они вместе с массивными звездами в одном и том же звездном скоплении или рождаются в другое время, несколько позже или раньше, а может быть вообще в другой временной шкале.

Когда на 8-м гиганте «Анту» вступил в строй и блестяще показал себя чувствительный инфракрасный приемник ISAAC, стало ясно, что при очень хороших наблюдательных условиях даже центральная, самая плотная, часть скопления



HD 97950 вполне может быть разрешена на отдельные звезды. Исследования в инфракрасном диапазоне давали при этом огромное преимущество, ибо в нем ослабление света туманности было всего двукратным (в видимом диапазоне свет ослабляется в 80 раз, т.е. почти на 5^m).

Съемка скопления проводилась в апреле 1999 г., причем только в самые спокойные ночи, когда атмосфера позволяла полу-

чать изображения звезд диаметром всего 0.4" или лучше! Чтобы яркие звезды скопления не перенасыщали элементы приемной матрицы и не засвечивали слабые, была избрана необычная тактика: каждая отдельная экспозиция продолжалась всего 1.77 с, затем с матрицы снималось полученное изображение и она обнулялась. Делалась новая экспозиция того же участка неба, и так до тех пор, пока

Центральная часть скопления в NGC 3603 содержит более 50 горячих звезд спектрального класса O. Между этими гигантами ютятся тысячи маломассивных звезд, общее число которых в скоплении оценивается не менее 7 тыс. (скорее всего, много больше). Поперечник запечатленной на снимке области – около 2.5 св. лет. Фото ESO.

суммарное время экспонирования не достигало 1 мин (34 короткие экспо-

зиции) Затем телескоп смещался в произвольном направлении на 20" от ядра скопления, и все повторялось сначала. Это, во-первых, несколько увеличивало площадь снимка и, во-вторых, способствовало в итоге значительному погашению инфракрасного фона неба. Кроме того, после точного совмещения полученных одномоментных экспозиций и их сложения значительно повысилось пространственное разрешение. Полученное в трех инфракрасных полосах итоговое изображение охватывало область неба 3.4' x 3.4' при цене пиксела всего 0.074".

На последнем этапе компьютер произвел сканирующую обработку снимка в поисках отдельных звезд. Вначале на изображении выбирались те яркие точки, которые проявились в трех диапазонах на одних и тех же местах (пикселах). Их оказалось 20 тысяч! Несмотря на то, что они, скорее всего, были звездами, астрономы ESO решили для надежности удалить из этого списка очень слабые или сомнительные источники. И только если во всех трех диапазонах звезда была достаточно яркой и "бесспорной", она проходила в следующий, более строгий список. В него попало около 7 тыс. звезд. Немало. Затем по яркости и цвету каждой звезды были определены ее масса и возраст.

Достигнутый предел чувствительности для этого списка соответствовал молодым звездам массой 0.1 M_☉, имеющим возраст

всего 0.7 млн лет и находящимся еще в начальной стадии сжатия. Для сравнения самые чувствительные наблюдения более удаленной туманности Тарантул достигли пока нижнего предела только в 1 M_☉. Возраст звезд, расположенных в центральной части туманности NGC 3603 и находящихся еще в стадии сжатия, был оценен в 0.3–1 млн лет. Подсчеты убедительно показали, что скопление обильно населено **звездами досолнечных масс**. Филигранно выполненные астрономами ESO наблюдения туманности NGC 3603 впервые показали ученым, что звезды буквально всего диапазона масс (0.1–100 M_☉), вопреки некоторым теоретическим предсказаниям, могут рождаться (и действительно рождаются!) в одном и том же эпизоде звездообразования. Этот важнейший результат переоценить едва ли возможно.

Получается, что в то время, когда самые массивные звезды центрального скопления в NGC 3603 уже прожили значительную часть своей жизни, менее массивные еще не получили даже статуса звезд главной последовательности (так называемые pre-main-sequence звезды). Дальнейшая динамика очевидна: чем старше скопление, тем больше его маломассивных членов выйдет на Главную Последовательность, а тяжеловесы будут "отправляться на покой" посредством колоссальных взрывов. Наступит время, когда все маломассивные звезды скопления вступят на Глав-

ную Последовательность, а их старшие собратья уже не будут тревожить младших сотрясающими взрывами и станут "уходить из жизни" гораздо спокойнее, тихо превращаясь из звезд главной последовательности в красных гигантов и, наконец, в белых карликов, окруженных планетарными туманностями. Имей наше скопление массу, заведомо достаточную для гравитационной связанности его членов на многие миллиарды лет, – и перед нами была бы живая модель рождения небольшого скопления звездного скопления. (А может, оно ее и вправду имеет?)

ГИГАНТ SHER 25

После разговора о рождении и жизни звезд самое время переключить внимание на необычную, "окольцованную" звезду, расположенную севернее центральной части скопления и окруженную двумя небольшими туманностями. Перед нами – голубой **сверхгигант Sher 25** спектрального класса B1.5, 25-я по счету яркая звезда, отмеченная в этой области канадским астрономом Дэвидом Шером. Не будет преувеличением сказать, что для астрофизиков эта звезда – уникальнейший бриллиант не только в NGC 3603, но и вообще в Галактике. Когда мы говорили, что 26 ноября 2001 г. астрономы ESO навели свой телескоп на NGC 3603, мы опустили одну интересную деталь. Конечно, "Анту" был нацелен на центральное скопление туманности. Однако опера-



тор телескопа все же сместил машину на 20" к северу от его центра (2 св. года) – так что ядро скопления даже не попало в поле зрения телескопа! Вы, наверное, уже догадались, ради чего это было сделано. В центре снимка "Анту" оказался гигант Sher 25.

Детальное изучение двух странных газовых образований, расположенных симметрично по обе стороны от звезды, показало, что они – более плотная верхушка и дно единой туманности в форме песочных часов с гигантом Sher 25 в центре. Полный силуэт песочных часов хорошо прослеживается на снимках в линии водорода (H_α) и однократно ионизованного азота (NII), причем обе лопасти часов расширяются в противоположные от звезды стороны со скоростью 70–80 км/с. Правильной формы кольцо как бы опоясывает эти часы в центре и тоже расширяется со скоростью 20–30 км/с. Динамический возраст туманности, определяемый по скорости ее расширения, близок к 7 тыс. лет. Сероголубой цвет материи,

брошенной когда-то этим сверхгигантом, резко отличается от желтого цвета газа, окружающего скопление. Спектроскопия высокого разрешения показала, что материя биполярных потоков и кольца обогащена продуктами углеродного цикла (CNO-цикла), протекающего глубоко в недрах звезды (например, азотом, которому на этом снимке КТХ назначен голубой цвет). Есть чему удивляться: звезда еще не взорвалась, а истекающий с ее поверхности газ уже довольно обильно насыщен отработанной материей центрального термоядерного котла! Существует лишь одно объяснение данному факту, ставящее Sher 25... в положение двойника голубого гиганта Sk-69°202, породившего знаменитую Сверхновую SN1987A в Большом Магеллановом Облаке.

Механизм, позволяющий материи в недрах звезды перемещаться в радиальном направлении, – это конвекция. К примеру, у Солнца такой механизм включается, начиная с глубины 0.7 радиуса, и дейст-

Туманности вокруг SN1987A (слева) и Sher 25. В первом случае внутри центрального кольца уже мчатся на огромной скорости (15 тыс. км/с) разлетающиеся во все стороны остатки взорвавшейся звезды. Их столкновение с внутренним кольцом сейчас только начинается. Во втором случае в туманности всецело господствует быстрый звездный ветер голубого сверхгиганта. Фото КТХ.

вует до самой его поверхности, переносит вместе с материей огромный поток энергии. Теория звездной эволюции говорит, что в жизни массивной звезды должен наступить период, когда бурная конвекция охватит звезду почти целиком: от поверхности до самого ядра, точнее, до слоя, в котором уже протекает ядерное горение. И этот период не что иное, как стадия красного сверхгиганта (КСГ) – финальная в жизни звезды. Выходит, Sher 25 уже миновала эту стадию, во время которой благодаря конвекции переработанная материя из ядра звезды достигла ее поверхности. И что же? По-

**Сравнительные характеристики туманностей
вокруг голубых сверхгигантов**

Свойства туманности	Sher 25	Sk-69 202
Диаметр центрального кольца	0.4 пк	0.4 пк
Скорость расширения кольца	20 км/с	10 км/с
Скорость расширения лопастей	83 км/с	25 км/с
([NII] H _α) в кольце	0.9–1.2 : 1	4.2 : 1
([NII] H _α) в лопастях	2.1 : 1	2.5 : 1
([NII] H _α) фоновое	0.15 : 1	0.09 : 1

сле стадии КСГ звезда не взорвалась, а продолжает жить, превратившись в **голубой сверхгигант (ГСГ)**, который мы и наблюдаем! Долго ли? Самое время вспомнить о том, что происходило в последние годы жизни с Sk-69°202.

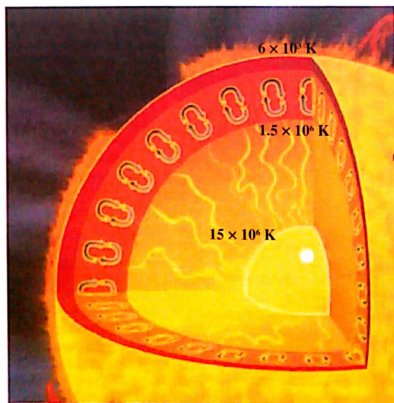
Первое, что бросается в глаза – это кольца, такие как вокруг Sher 25, одно из которых опоясывает звезду, а два других оконтуривают ее

биполярные потоки. Сброшенные за 20–30 тыс. лет до взрыва, они до сих пор не сметены разлетающимися с колоссальной скоростью остатками звезды (сейчас еще только начинается столкновение последних с малым центральным кольцом). Как и Sher 25, прародитель Сверхновой SN1987A в последние годы жизни был голубым сверхгигантом по-

добного спектрального класса. Вариации видимого блеска Sher 25 за последние 25 лет не превзошли 0.1 звездной величины; Sk-69°202 тоже не выделялся как переменная звезда. Так же, как в случае Sher 25, кольца вокруг SN1987A обогащены азотом (правда, несколько сильнее, чем у Sher 25).

Все это настолько похоже, что невольно напрашивается мысль: не пора ли ловцам сверхновых в далеких галактиках поглядывать и за Sher 25 в нашей собственной? Конечно, никто не может сказать точно, когда произойдет взрыв. Это может случиться и завтра, и через тысячи лет.

С одной стороны, центральные кольца вокруг обеих звезд уже сравнялись в диаметре (около 1.3 св. года). Размеры и морфология "песочных часов" удивительно схожи. Масса ионизованной материи в туманности вокруг Sher 25 оценивается в 0.3–0.6 M_☉, что очень близко к предполагаемой массе расширяющейся оболочки предсверхновой SN1987A. С другой стороны, скорость разлета у них все же несколько раз-



В глубинах Солнца – от ядра и до расстояния в 0.7 радиуса – энергия переносится преимущественно через излучение. Поэтому поверхность нашего светила "чиста" от продуктов ядерного горения в его центре. В случае красного гиганта конвективная зона может охватить почти всю толщу звезды – вплоть до горящего в ее недрах слоя – и доставить отработавшую материю на поверхность.

ная. Но здесь нужно учитывать и разницу в окружении звезд Материя Магеллановых Облаков в целом имеет значительно меньшую металличность, чем материя Млечного Пути. Молодые звезды БМО наследуют это свойство от газа, из которого рождаются, а низкое содержание металлов делает толщу звезды гораздо более прозрачной для идущего из ее недр излучения. Так или иначе, это должно влиять на все без исключения фазы жизненного цикла звезды. Кроме того, туманность вокруг Sher 25 помимо внутренне-го ионизирующего источника имеет и внешний, к тому же очень мощный (скопление).

Особым положением сверхгиганта Sher 25 можно объяснить и несколько неправильную форму его туманности. Присмотритесь: Sher 25 чуть-чуть смещен в сторону относительно центра кольца (на 1–2"), а верхушка и дно его "песочных часов" явно "помыты". Возможно, это следствие движения звезды вместе со своей туманностью (со скоростью около 19 км/с) в юго-западном направлении относительно окружающей межзвездной среды. В результате столь быстрого движения возникает сильное одностороннее ударное давление на туманность, способное ее значительно деформировать. Впрочем, неправильная форма bipolarных потоков может быть объяснена и тем, что Sher 25 расположена (по крайней мере, визуально) на краю каверны, выдутой звездным ветром цент-

рального скопления. Диаметр этой каверны около 2 пк, а динамический возраст близок к 10 тыс. лет. Астрономы полагают, что ее возникновению мог во многом способствовать резкий переход трех крупнейших сверхгигантов HD 97950 в фазу Вольф-Райе – своего рода "звездный приступ", охвативший их несколько тысяч лет назад. В этой фазе звездный ветер, уносящий материю с поверхности сверхгиганта, достигает самой высокой в мире звезд интенсивности.

Группа астрономов под руководством В. Бранднера, изучавшая NGC 3603, считает, что околозвездные туманности вокруг обеих предсверхновых (Sher 25 и Sk-69 202) не просто похожи, а, скорее всего, являются образцами нового класса туманностей вокруг голубых сверхгигантов в их финальной стадии эволюции – то есть в пост-КСГ стадии. Если это так, можно ожидать, что в учебниках астрономии скоро появится совершенно новый класс небесных объектов, о которых раньше мы и не знали.

Между прочим, в NGC 3603 отсутствуют примеры одного из красивейших этапов звездной эволюции – планетарные туманности. Об этом "пробеле" мы до сих пор тоже умалчивали. Дело в том, что скопление в NGC 3603 в силу своей молодости еще не в состоянии их предоставить. Но посмотрите на форму планетарной туманности MuCn18 в созвездии Муха (тоже носящей имя "Песоч-

ные часы") вокруг звезды, похожей на наше Солнце. Сходство ее структуры с "песочными часами" гиганта Sher 25 так поразительно, что, если говорить о форме, то туманность вокруг Sher 25 заполняет и этот "пробел". Более того, их сходство едва ли носит чисто внешний характер – за ним могут стоять единые универсальные механизмы. И все же, сравнивая обе туманности, не забывайте, что за этими, очень похожими на вид, фазами последует совершенно различный конец.

ОТКУДА БЕРУТСЯ "ЧАСЫ"?

Каким образом на этой эволюционной стадии рождается туманность в форме песочных часов с кольцом посередине? Астрономы полагают, что в данном случае действует двухступенчатый механизм, идея которого в общих чертах следующая.

На первом этапе, когда звезда еще находилась в стадии КСГ, звездный ветер с ее поверхности был не изотропен: его интенсивность имела ярко выраженную зависимость от широты. Компьютерная модель Sher 25 дала наилучшее согласие с наблюдаемой реальностью в предположении, что звездный ветер КСГ был в 16 раз мощнее в направлении экватора, чем в направлении полюсов. В целом это очень плотный и гораздо более медленный звездный ветер, чем на последующей стадии ГСГ, но уже значительно обогащенный тяжелыми элементами. (Астро-



Планетарная туманность "Песочные часы" (M518). Астрономы считают, что ее форма, как и у гигантов, тоже порождается быстрым звездным ветром, расширяющимся внутри плотного неоднородного облака сброшенной ранее материи. Фото КТХ.

номы считают, что обогащение поверхности звезды материей, участвовавшей в CNO-цикле, обычно происходит в самом конце стадии красного сверхгиганта — на протяжении ее последних 10 тыс. лет).

На втором этапе звезда из красного превратилась в голубой сверхгигант. При этом она, конечно, уменьшилась в размере раз в двадцать (голубые сверхгиганты значительно мень-

ше красных). С этого момента на сцену выходит изотропный и гораздо более быстрый звездный ветер ГСГ-фазы, который догоняет и сметает на своем пути материю медленного КСГ-ветра. На этом этапе важную роль начинает играть не изотропность КСГ-ветра; именно она и объясняет необычную форму образующейся туманности. Существующий градиент плотности КСГ-ветра заставляет быстрый ГСГ-ветер уходить преимущественно в полярном направлении, где плотность материи первого самая низкая. Так происходит образование лопастей "песочных часов". Кольцеобразная структура вокруг их пояса развивается по мере того,

как быстрый ГСГ-ветер сметает и обтекает самую плотную экваториальную часть КСГ-ветра. Этот этап мы сейчас и видим.

Справедливости ради нужно сказать, что детали вышеописанного процесса сложны и поняты учеными еще не до конца. Применяя лишь этот двухступенчатый механизм, упрощенная компьютерная модель (без учета всех остальных факторов) хорошо воспроизводит наблюдаемую структуру при значениях скорости быстрого ГСГ-ветра 800 км/с, медленного КСГ-ветра — 50 км/с и отношении темпа потери массы с экватора звезды посредством КСГ- и ГСГ-ветра 90:1 (соответственно на полюсах — 6:1). Некоторые модели образова-

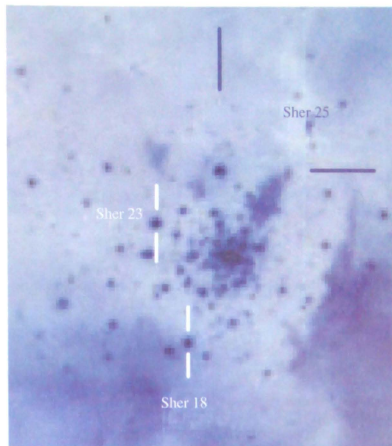
Помимо Sher 25 в скоплении NGC 3603 присутствуют еще два голубых сверхгиганта – Sher 18 и Sher 23. Фото ESO (Датский 1.54-м телескоп. Ля Силла.)

ния подобной структуры включают в себя и возможное слияние с маломассивным (0.5 M_☉) компаньоном. Интересно, что неизотропность медленного КСГ-ветра Sher 25 (1:16 – на полюсах и экваторе) находится в прекрасном согласии с аналогичной величиной для прародителя SN1987A, которая разными авторами оценивается в диапазоне от 1:10 до 1:20.

СКОЛЬКО ЛЕТ ГИГАНТУ SHER 25?

После всего сказанного об этом удивительном голубом сверхгиганте мы, как и обещали, еще раз вернемся к вопросу о возрасте скопления в NGC 3603. Именно Sher 25 заставляет астрономов чуть ли не в каждой второй статье отводить данному вопросу немалое место. Почему это так, понять не сложно.

Sher 25, имея спектральный класс B1.5 и массу, по разным оценкам, от 25 до 40 M_☉, готовится закончить свою жизнь. А его соседи – звезды спектрального класса O3 с массами более 100 M_☉ – еще и не думают этого делать! Как такое может быть в одном и том же скоплении? Ведь продолжительность жизни звезд должна быть пропорциональна их массе. Некоторое время среди астрономов даже бытовало мнение, что Sher 25



вообще не имеет к скоплению никакого отношения и проецируется сюда случайно. Эту версию, правда, пришлось быстро отбросить. Точно измеренная лучевая скорость центрального кольца вокруг звезды хорошо согласуется с аналогичной скоростью плотных облаков поблизости от скопления. Кроме того, оказалось, что в пределах скопления недалеко от его центра есть еще два голубых сверхгиганта – Sher 18 (спектральный класс O6 If) и Sher 23 (O9.5 Iab) – в то время как среди звезд поля вокруг скопления голубых сверхгигантов с подобным покраснением не нашлось вообще ни одного. Согласитесь, случайное наложение сразу трех представи-

телей такого редкого класса на область вокруг ядра скопления – это уже слишком.

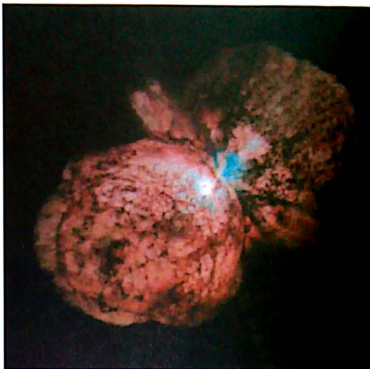
Оставшиеся возможности естественным образом распадаются на две гипотезы: либо Sher 25 родился задолго до того, как в HD 97950 произошла последняя вспышка звездообразования (версия нескольких эпизодов, о которой мы уже упоминали), либо он появился одновременно с остальными звездами скопления, и тогда...

А тогда, во-первых, при рождении он должен был иметь такую же колоссальную массу, как самые тяжелые звезды скопления класса O3; в противном случае он продолжал бы спокойно жить, не думая о смерти, как это делают его

В апреле 1843 г. μ Киля была второй по яркости звездой неба свода (после Сириуса) и имела блеск -1^m . С этого времени она неожиданно начала тускнеть и к 1868 г. стала вообще невидима. Оказалось, этот сверхгигант окружился огромной оболочкой с массой в 2–3 солнечных, проявив себя как типичная LBV-звезда. Фото KTX.

более массивные соседи. А во-вторых, к настоящему моменту он должен был растерять более 50% своей исходной массы и стать таким "легким", каким мы его сегодня и видим. Механизм, который мог бы помочь ему это сделать, известен: Sher 25 должен был пройти через катастрофическую фазу так называемой яркой голубой переменной (LBV). Звезды этого типа теряют массу гигантскими порциями посредством вспышек, похожих на ту, которая случилась в середине XIX в. со знаменитой звездой μ Киля. И в самом деле, динамический возраст туманности вокруг Sher 25, скорость ее расширения, обилие тяжелых элементов — все это напоминает туманности, найденные вокруг других LBV-звезд. При абсолютной болометрической звездной величине 9.1^m светимость Sher 25 находится в диапазоне светимостей наблюдаемых ярких голубых переменных. Таким образом, этот сценарий эволюции Sher 25 тоже нельзя исключать.

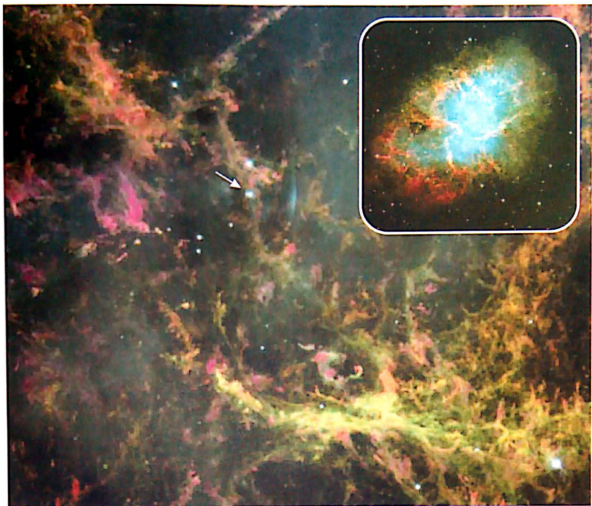
Если в действительности Sher 25 никогда не был яркой голубой переменной, то при его массе он



должен быть как минимум на 10 млн. лет старше скопления, и тогда мы естественным образом возвращаемся к первой гипотезе — неизбежному выводу о двух эпизодах звездообразования в NGC 3603. Такой сценарий, по существу, не нов. Он уже выдвигался астрономами для объяснения природы аналогичного, но более крупного скопления в Тарантуле и, среди прочего, содержит в себе механизм, позволяющий объяснить такую высокую компактность сверхгигантов в обоих случаях. Итак, представим себе, что за 10 млн. лет до рождения плотного ядра HD 97950 по NGC 3603 прокатилась волна гораздо менее концентрированного звездообразования, которая привела к рождению многих звезд в туманности, в том числе и

Sher 25. Теперь представим, что на месте HD 97950 в том эпизоде осталось достаточно массивное, но несколько сплоснувшееся облако. Дальнейшее развитие сценария угадывается с этого момента без труда: по прошествии нескольких миллионов лет самые массивные звезды первого эпизода звездообразования посредством звездного ветра и колоссальных взрывов будут взаимодействовать с этим облаком извне, как бы сжимая его со всех сторон. С какого-то момента, уплотнившись еще сильнее, облако внезапно начнет сжиматься. Вот тогда-то и может родиться массивное и столь компактное скопление со множеством гигантов.

Прощаясь с NGC 3603, давайте немного помечтаем и вообразим, что еще при нашей жизни в этой ту-



Центральная часть Крабовидной туманности, образованной разлетающимися остатками сверхновой. Здесь, в 6,5 тыс. св. лет от Земли, в 1054 г. закончила свою жизнь катастрофическим взрывом звезда массой около 10 M_{\odot} . Сегодня на ее месте наблюдается пульсар – вращающаяся со скоростью 30 оборотов в секунду нейтронная звезда. Фото КТХ. На врезке – Крабовидная туманность целиком. Фото ESO.

манности все же вспыхнет сверхновая – первая наблюдаемая галактическая сверхновая за последние четыре столетия. Какой она будет? В 8 раз более

далекая от нас, Сверхновая SN1987A имела в мае 1987 г. максимальный видимый блеск $+2.8^m$. Если мысленно приблизить ее на расстояние NGC 3603, она превратилась бы в звезду с блеском почти -2^m ! Ярче Сириуса! Все было бы именно так, если бы не толстый пылевой диск Галактики, ослабляющий свет от Sher 25 в 80 раз. Это полностью сводит на нет преимущество, которое дает нам близость к NGC 3603 (хотя БМО значительно дальше, поглощение видимого света в этом направлении ничтожно – в случае SN1987A все-

го 0.3^m). Из-за одной только пыли яркость взорвавшегося гиганта ослабнет примерно до $+2^m$, конечно, в предположении, что в предположении, что Sher 25 и в этом прощальном акте будет похож на SN1987A. Звезда засияет на небе не ярче самых ярких звезд ковша Большой Медведицы, и все же это будет грандиозное зрелище. Не очень выделяясь на небе, она заставит наши сердца учащенно забиться: своими глазами видеть, какие колоссальные взрывы прокатываются по необъятным просторам Галактики – при этом можно остаться спокойным?

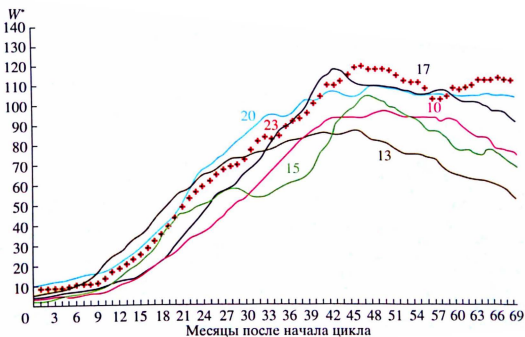
Солнце в августе-сентябре 2002 г.

Солнечная активность в конце лета – начале осени 2002 г. оставалась аномально высокой: период вторичного максимума текущего 23-го цикла солнечной активности неслучайно затянулся. Напомним, что вторичный максимум, который, как и все опорные точки солнечных цик-

лов, определяется по сглаженным значениям среднемесячных относительных чисел солнечных пятен, Солнце прошло в ноябре 2001 г. ($W^*_{\text{нояб.}} = 115.6$), что на шесть единиц меньше основного максимума в апреле 2000 г. ($W^*_{\text{апр.}} = 121.8$). Уже на протяжении восьми месяцев эти значения – около $W^* = 114$. Впервые за всю небольшую историю наблюдений радионизлучения Солнца (с 1947 г.) в данном цикле сглаженное значение радионизлучения на длине волны 10 см ($F^*_{\text{волн.}} = 188.8$) по вторичному максимуму превысило значение в максимуме цикла ($F^*_{10 \text{ см}} = 181$) и держится на уровне $F^* \sim 184$ семь месяцев. Значения наблюдаемого относительного числа солнечных пятен в рассматриваемые меся-

цы: $W_{\text{авг.}} = 116.4$ и $W_{\text{септ.}} = 109.3$.

В третьем летнем месяце 2002 г. пятнообразовательная активность Солнца оставалась на среднем уровне 3–10 и 19–21 августа, в остальные дни – на высоком. Максимальное относительное число пятен отмечено 17 августа ($W = 186$), а минимальное – 9 и 10 августа ($W = 73$). На видимом диске Солнца постоянно наблюдалось от 7 до 14 групп солнечных пятен. Вспышечная активность была высокой: за весь месяц на Солнце осуществилось 8 больших вспышек, 34 вспышки средних баллов и 11 выбросов солнечных волокон. 5 больших вспышек и 15 вспышек средних баллов произошли в одной активной области Южного полушария Солн-



Ход развития (за 70 месяцев) текущего 23-го цикла солнечной активности (среды циклов подобной величины). W^* – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.

ца с 13 по 24 августа. Следствием повышенной вспашечной активности стал рост геомагнитной возмущенности – 17 возмущенных дней, в том числе большая магнитная буря 20–21 августа, умеренная 1–2 августа и малые 3–4, 15–16 и 19 августа.

В сентябре пятнообразовательная активность Солнца оставалась на высоком уровне. Наибольшее относительное число пятен наблюдалось 3 сентября ($W = 147$), а наименьшее – 30 сентября ($W = 64$). Вспашечная активность заметно снизилась. За весь месяц больших вспышек не было, отмечено 13 вспышек средних баллов и



Вид Солнца 23 августа 2002 г. в самой сильной водородной линии в видимой части спектра H_{α} ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$).

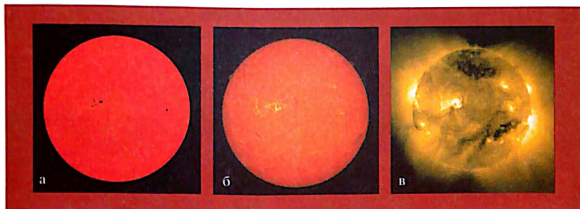
11 выбросов солнечных волокон. Умеренная (4 сентября), большая (7–8 сентября) и малая (10–11 сентября) маг-

нитные бури отмечены после прихода возмущений от выбросов солнечных волокон и высокоскоростного потока солнечного ветра от большой корональной дыры Южного полушария Солнца. Всего в сентябре отмечено 9 дней, когда геомагнитная обстановка была возмущенной.

Информацию о текущем состоянии солнечной активности и ее прогноз на русском языке можно найти в Интернете:

<http://www.izmiran.rssi.ru/space/solar/forecast.html>

Страница обновляется каждый понедельник.



Вид Солнца 29 сентября 2002 г.: а) в самой сильной водородной линии в видимой части спектра H_{α} ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$); б) в белом свете (непрерывном спектре); в) в линии крайнего ультрафиолетового излучения 284 \AA . Снимки взяты в Интернете со страниц Службы Солнца (www.sec.noaa.gov).

*В.Н. Ишков
ИЗМИРАН*

НОВЫЕ КНИГИ

Книги-альбомы по астрономии

Среди многочисленных энциклопедий и альбомов по астрономии и космонавтике, появившихся в последние несколько лет, хочется выделить те, автором которых является С.И. Дубкова: "Прогулки по звездному небу" и "История астрономии". Они вышли в свет в Москве ("Белый город", 2001–2002 гг.). Это прекрасно изданные книги большого формата, содержащие множество отличных воспроизведенных иллюстраций. Благодаря этому их можно использовать в преподавании астрономии в школе не только

в качестве энциклопедии, но и как наглядное пособие.

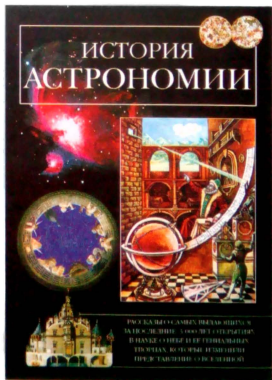
"Прогулки по звездному небу" – детская энциклопедия, знакомящая с легендами и мифами о созвездиях. Украшающие книгу рисунки из известного "Атласа звездного неба" Яна Гевелия превращают ее в "Прогулки по небу в компании Яна Гевелия". Но, кроме рисунков из "Атласа" Я. Гевелия, изданного у нас благодаря усилиям замечательного астронома и человека В.П. Щеголова, в книге С.И. Дубковой много репродукций с гравюр, картин, современных фотографий различных "достопримечательностей" созвездий (звездные скопления, туманности, галактики), а также звездные карты Северного и Южного полушарий неба.

"История астрономии" содержит рассказы о самых выдающихся за последние 3000 лет открытиях в науке о небе и ее гениальных творцах,

которые изменили представление о Вселенной". Подобно "Прогулкам по звездному небу", это и краткая энциклопедия по истории астрономии, и наглядное пособие, содержащее множество иллюстраций исторического характера (гравюры, портреты ученых, изображения различных астрономических инструментов и т.д.). Перед нами, чувствуется, – результат плодотворного сотрудничества автора и художника (Нatalьи Марковой).

Автор данной заметки знает С.И. Дубкову очень давно и рад тому, что ее неистощимая энергия проявилась в создании книг, столь полезных и необычных. Эти книги, несомненно, будут улучшаться и уточняться при последующих переизданиях, поскольку первое издание редко бывает без изъянов в текстовом и иллюстративном материалах.

Е.П. ЛЕВИТАН



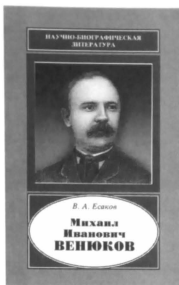
Незаслуженно забытый географ

В серии "Научно-биографическая литература" издательства "Наука" вышла очередная книга. Доктор географических наук В.А. Есаков (Институт истории естествознания в технике им. С.И. Вавилова РАН) посвятил ее крупному русскому географу XIX в. Михаилу Ивановичу Веникову (1832–1901), имя которого долгое время было незаслуженно забыто. А между тем, как считает В.А. Есаков, "подобно трудам П.П. Семенова-Тян-Шанского, его географические работы вошли в золотой фонд отечественной науки... он принадлежал к блестящей плеяде русских ученых-философов".

Главная особенность его мировоззрения в том, что "науку он рассматривал как единую систему знаний о Вселенной и Земле". В какой-то степени именно это помешало М.И. Веникову остаться в Русском географическом обществе, где он одно время занимал ответственную должность секретаря.

Биография М.И. Веникова необычна. Закончив Дворянский кадетский корпус в Петербурге и Артиллерийскую школу в Серпухове, он поступает в Петербургский университет, где слушает лекции сразу на трех факультетах – физико-математическом, историко-филологическом и юридическом. Но с началом Крымской войны его как офицера возвращают на военную службу. Возле он поступает в Академию Генерального штаба, где по инициативе Александра В.Я. Струве и профессора А.Н. Савича учреждается географическое отделение. Окончив его в 1857 г., М.И. Веников получает назначение в штаб войск Восточной Сибири и служит адъютантом князя Александра В.Я. Струве и профессора А.Н. Савича. Он изучает природу в бассейнах Амгура и Усуруи, составил карту Маньчжурии и Восточной Монголии.

М.И. Веников – один из первых исследователей Дальнего Востока, в этом Средней Азии и Кавказа. Он работал также в Монголии, Индии, Южной Америке, Турции.



Страноведение было главным направлением научного творчества М.И. Веникова. Он изучал географические регионы комплексно, рассматривая не только природные условия, но и образ жизни населения, его этнографию, экономику и культуру. В особенности его интересовала Азия, она присутствует в главных его произведениях. Уникальным его "Этнографическая карта Азиатской России" и "Карта русских открытий в Азии", представленные на Международном географическом конгрессе в Париже (1875 г.). Очень многое сделал М.И. Веников для описания природы новых владений России в Средней Азии. Он фактически создал "страноведческую энциклопедию" пограничных областей страны, за что в военном ведомстве его особенно ценят. Но армейская служба тяготила Михаила Ивановича, и он в чине генерал-майора уходит в отставку. Найти свое место в Русском географическом обществе ему не удалось: помешали главным образом разногласия с П.П. Семеновым-Тян-Шанским.

В 1877 г. М.И. Веников покидает Россию и последние 24 года жизни проводит за рубежом – в основном в Швейцарии и Франции. Он твердо

решил, по его словам, "оставаясь русским, не возвращаться в Россию, иначе как на службу свободе...". Во Франции выходит сборник его статей "Россия и Восток", множество статей помещено им во французских научных изданиях, не прекращая печататься и в русских журналах. Он первым знакомит научные круги европейских стран с исследованиями крупнейших русских географов, топографов.

Избранный в географические общества Лондона, Парижа и Женевы, участник всемирных географических конгрессов, М.И. Веников был членом международного класса.

М.И. Веников похоронен в Ницце. Все свое имущество он оставил в России. По завещанию, написанному за 20 лет до смерти, библиотека и личный архив завещаны Хабаровскому, а денежные средства – Русскому географическому обществу для проведения раз в два года ученых, посвященных лучшим результатам в исследованиях Азии. В мае 1917 г. в первый раз (и, к сожалению, последний) премия им. М.И. Веникова была присуждена выдающемуся продолжателю его исследований на Дальнем Востоке В.К. Арсеньеву. Революция и гражданская война помешали дальнейшей реализации благородного замысла географа.

В.А. Есаков рассказал о многих неизвестных фактах жизни М.И. Веникова. Он использовал материалы архивов и мемуары, вышедшие в двух томах в Амстердаме (1895–1901 гг.). Впервые опубликована полная библиография М.И. Веникова, включающая 254 публикации на русском, французском, английском языках. В качестве приложения приводятся фрагменты из содержательных "Воспоминаний". Особенно интересно изложение его научно-философских убеждений "по пунктам". Их 44, и первый гласит: "Вселенная беспредельна...". Взглянув на звездное небо, обращает ученый свой взор на планету Земля...

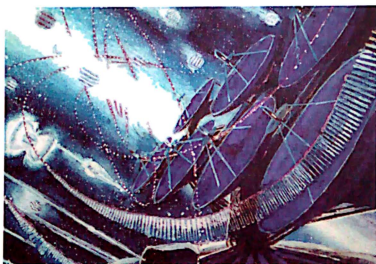
*В.А. Маркин,
кандидат географических наук*

Молчание Вселенной как вызов научному знанию

Ю.Н. ЕФРЕМОВ,
доктор физико-математических наук

*"Вечное молчание этих бесконечных
пространств ужасает меня"*

Билл Николс



Единственный достоверный факт в проблеме SETI – наше собственное существование. Уже это доказывает, что Разум может существовать во Вселенной, но почему-то вне Земли мы его не можем обнаружить. Пытаясь выяснить причину этого, нужно обдумать три другие проблемы.

Что ждет в будущем нашу цивилизацию? Может быть, множество "естественных явлений" – на самом деле результат деятельности сверхмогучих старых цивилизаций? Может быть, специфика человеческого восприятия такова, что нам очень трудно достичь информационного взаимопонимания с другой цивилизацией?

ПОИСК ВНЕЗЕМНОГО РАЗУМА:
ЧТО МЫ ИМЕЕМ?

Идея о множественности обитаемых миров зародилась еще в древнегреческой философии. Время от времени она становилась темой глубоких мировоззренческих дискуссий. Неудача в поиске сигналов от внеземных цивилизаций тревожит. Она может означать, что мы не так уж далеко ушли по дороге познания Вселенной.

В конце прошлого века, в основном благодаря книгам К. Фламариона и "каналом" на Марсе, убежденность в том, что братья по разуму находятся неподалеку, широко распространилась, и появились первые реальные проекты установления связи с ними. Как обнаружил недавно наш известный специалист Л.М. Гиндилис, российский ученый финского происхождения

Спиральная галактика NGC 6946 и находящийся в ней необычный звездный комплекс диаметром - 600 лк содержащий массивное молодое скопление (на врезке)

Э Неовиус в 1876 г. опубликовал в Гельсингфорсе (Хельсинки) книгу "Величайшая задача нашего времени", в которой предложил конкретный и вполне осуществимый проект связи с обитателями планет Солнечной системы с помощью световых сигналов (Земля и Вселенная, 2000, № 5). Неовиус не только показал техническую возможность осуществления такой связи, но и рассмотрел семантические проблемы контакта. Он построил "язык для космической связи" на принципах математической логики, опередив на несколько десятилетий "язык Линкос" Фрейденталя. Неовиус рассмотрел и экономические аспекты проекта. Ясно осознавая, что затраты на его осуществление не под силу одной стране, он предложил международное сотрудничество в этой области. Однако работа Неовиуса осталась незамеченной...

Считается, что современная научная постановка проблемы связи с внеземными цивилизациями (ВЦ) относится к 1959 г., когда в журнале "Nature" была опубликована статья Дж. Коккони и Ф. Моррисона. Они проанализировали возможность радиосвязи с обитателями ближайших звезд и показали, что, используя близкую к нашей технику связи, мы способны обнаружить их сигналы. Это сти-

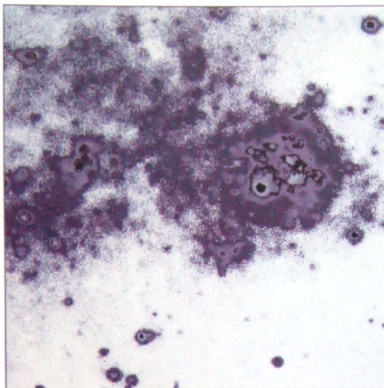
мулировало начало работ по поиску сигналов ВЦ.

Первые эксперименты были проведены Ф. Дрейком в 1960 г. на Национальной радиоастрономической обсерватории США в Грин Бэнк. С тех пор в ряде стран осуществлены десятки экспериментов в различных диапазонах электромагнитных волн, разрабатывались разнообразные стратегии и методики поиска. Наблюдения про-

должаются по сей день – желаемого результата нет.

Точнее говоря, один раз в ходе этих поисков зарегистрировали сигнал, искусственное внеземное происхождение которого не может быть опровергнуто. 15 августа 1976 г. наблюдатели радиоастрономической обсерватории университета штата Огайо зафиксировали на длине волны 21 см узкополосный короткий сигнал такой силы, что





Звездный комплекс в NGC 6946 ограничен прямыми линиями и дугой окружности. Исходные изображения получены С Ларсоном на 2,5 м телескопе NOT

на регистрирующей ленте его положение было отмечено словом "wow" – "ого!" (Земля и Вселенная, 1999, № 3). Никогда ничего подобного больше не наблюдалось, в том числе и при наведении радиотелескопа на точку небесной сферы с координатами этого источника. Вероятность земного происхождения такого сигнала весьма невелика, а недавно была отвергнута и еще одна возможность – усиление стационарного слабого сигнала в результате его прохождения через неоднородности межзвездной среды. Наблюдения на VLA (Very Large Array – очень большая сеть) показали, что на месте сигнала "wow" в пределах ошибок координат (это сравнительно недалеко от направления на центр Галактики) есть

лишь два весьма слабых радиоисточника с вполне обычными характеристиками, которые не могли быть кратковременно усилены до такой степени. Ничего необычного, помимо плотного звездного фона Млечного Пути, не видно на этом месте и в оптическом диапазоне. Впрочем, внегалактические объекты скрыты поглощением света.

Остается безуспешным поиск сигналов и в других диапазонах спектра электромагнитных излучений. Оптический и рентгеновский диапазоны имеют то преимущество, что темп передачи информации в них намного выше, чем в радиодиапазоне. А.Д. Сахаров в 1971 г. и Эллиот в 1973 г. предложили использовать ядерный взрыв для получения мощной оптической и рентгеновской вспышки. По

мысли А.Д. Сахарова, устройство взрывается за пределами планетной системы. Энергия взрыва трансформируется в короткий световой импульс, который можно обнаружить на расстоянии ближайших звезд.

А. Фабиан отметил в 1977 г., что модуляцию рентгеновского потока от звезд можно получить преобразованием массы в энергию с к.п.д. 10%, для чего, например, достаточно бросить астероид на нейтронную звезду. Через 20 лет Р. Корбет предположил, что рентгеновские двойники могут служить маяками ВЦ. Их мало, они яркие, их высокоэнергичное рентгеновское излучение не поглощается в межзвездной среде (в отличие от оптического) и не диспергируется (в отличие от радиоизлучения). Эти объекты интересны, они активно наблюдаются.

В 1998 г. В.А. Лефевр и Ю.Н. Ефремов даже привели пример возможной искусственной модуляции рентгеновского потока у одной из таких звезд – объекта, известного как Быстрый барстер. Он находится в шаровом скоплении Liller 1 в направлении на центр Галактики. Однако колебания рентгеновского потока от этого объекта удается объяснить и естественным образом (Земля и Вселенная, 2000, № 5).

Итак, поиски сигналов искусственного происхождения или каких-либо других признаков существования Космического Разума не привели к успеху. Поэтому, повторяю, единственный достоверный факт в проблеме SETI (searches for the extraterrestrial civilisations) – наше собственное существование. Этот факт имеет огромное значение. Величайший секрет атомной бомбы состоял лишь в том, что ее МОЖНО сделать. Наше существование доказывает, что Разум МОЖЕТ существовать во Вселенной! Тем не менее почти столь же достоверно отсутствие признаков существования Внеземного Разума. Предложено около 20 различных объяснений этого факта, придумать новое, наверно, невозможно, но в любом случае из него одного следуют важные выводы о судьбах человеческой цивилизации и степени нашей способности объяс-

нить мироздание. Конечно, мы ведем поиски всего около 40 лет и в крайне ограниченном диапазоне частот и направлений, но ведь первые же радиотелескопы могли обнаружить множество идущих со всех сторон сигналов. Напомним, что наша цивилизация еще лет 40 назад сделала Землю третьим по мощности радиоисточником в Солнечной системе.

Обнаружение планетных систем вокруг других звезд (а их к началу 2002 г. известно более 80) подкрепляет уверенность теоретиков в том, что не менее 30% звезд имеют планеты. Обсуждаемая проблема становится более актуальной. Из-за отсутствия сигналов или признаков деятельности Внеземного Разума и допущения (иногда неявного), что Разум везде должен развиваться подобно нам и нашими современными темпами, напрашивается вывод: либо наша цивилиза-

ция единственная во Вселенной, либо все другие гибнут не позднее, чем достигают нашего современного уровня. К середине 70-х гг. на такие позиции перешел и основоположник исследований этой проблемы в СССР И.С. Шкловский.

какова судьба цивилизаций?

Появление жизни и Разума лишь на одной из сотен миллиардов планет нашей Галактики справедливо считается почти невероятным, тем более что большинство звезд старше Солнца на миллиарды лет. Если это так, то первый из трех важнейших аспектов проблемы молчания Космоса – будущее нашей цивилизации и возможность экстраполяции нашей судьбы на другие цивилизации.

Эволюцию жизни на Земле несколько раз прерывало вмешательство космических сил, вследствие



Большое (слева) и Малое Магеллановы Облака.



Гигантские звездные дуги на окраине Большого Магелланова Облака составляют части правильных окружностей (показаны цветом). Радиусы дуг – 200–300 пк.

чего многие или большинство видов погибли. Последний раз массовое вымирание видов произошло около 65 млн. лет назад: предполагают, что причиной этого было падение массивного астероида. Ныне мы уже способны обнаружить астероид далеко от Земли и можем одновременно попытаться отклонить его с опасной орбиты, если масса его не слишком велика. Любопытно, что средства спасения цивилизации те же самые, что были разработаны для войны, способной ее уничтожить (Земля и Вселенная, 2000, № 2).

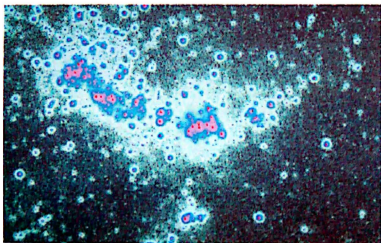
Промежутки между глобальными катастрофами достаточно велики, и можно надеяться, что цивилизация успеет стать настолько могущественной, что сумеет их предотвратить или пережить.

Взрывы близких сверхновых или даже далеких гамма-всплесков неотвратимы и губительны, но редки, как свидетельствует история Земли. Считается, что в любую минуту может вспыхнуть как гиперновая, сопровождаемая всплеском гамма-излучения, звезда – массивный сверхгигант η Киля – в 2 кпс от нас, но, судя по форме ее оболочки,

в диаграмму направленности гамма-излучения будущей сверхновой Солнечная система не попадет.

Внутренние причины, воздействующие именно на цивилизованное общество, представляются более вероятными механизмами гибели нашей цивилизации. Тотальная ядерная война снова становится вероятной – ее могут спровоцировать религиозные фанатики. Эпидемию СПИДа, оспы и т.п. или атаку новых мутантных микроорганизмов нельзя исключить, хотя более вероятной, как и в случае тотальной войны, будет все-таки задержка развития, а не гибель цивилизации. В прошлом, как известно, человечество неоднократно переживало эпидемии чумы, не имея никаких средств защиты.

Другое дело – причины, так сказать, “нематериальные”. На Земле известно несколько погибших некогда высокоразвитых цивилизаций. Поскольку истоки современной науки восходят к античности, наибольший интерес представляют



Одна из звездных дуг в БМО (цвета условные). На изображении, полученном в далекой ультрафиолетовой области на телескопе UIT, видны только молодые звезды высокой светимости. Правильную форму дуги легко проверить с помощью циркуля.

причины гибели античной цивилизации, которая, однако, сумела возродиться в Европе в XIV–XVII вв. и породила современную науку Каковы же эти причины? Чума 188 г. способствовала упадку Римской империи, но не была его причиной, как, вероятно, и нападение варваров, отравление свинцом (из водопроводных труб и сосудов) или непроизводительность рабского труда. К упадку, скорее всего, привело какое-то изменение настроения общества, системы его ценностей. Александрийская библиотека была разгромлена в IV в. христианами фанатиками, а в VII в. дело завершили фанатики мусульманские. Афинская академия была закрыта в VI в., но упадок греческой науки и философии начался намного раньше, без ярко выраженных внешних причин. Понадобилось полтора тысячелетия, прежде чем европейская астрономия достигла уровня древнегреческой.

Спрашивается: стало бы возможным Возрождение, если бы арабы не поддерживали уровень изучения астрономии, достигнутый Гиппархом и Птолемеем, в те годы, когда христианская церковь, следуя Козьме Индикоплову, утверждала, что Земля имеет форму чемодана? Правда и то, что почти все, оставшееся в Европе от античной цивилизации, сохранилось внутри церковных структур. Было ли Возрождение закономерным явлением? Обсуждение этих вопросов у вело бы нас слишком далеко от темы,

но именно к столь общим и важным проблемам подводит нас анализ причин молчаливого Космоса. Это действительно проблема, охватывающая и научное, и гуманитарное знание, если не всю культуру вообще.

Она актуальна еще и потому, что в последние годы во всем мире наблюдаются явные признаки падения интереса к науке. В нашей стране этот процесс принял крайние формы. Молодежь уходит из научных институтов. В России пропагандируется лженаука всех видов. Перешли в наступление воинствующие клерикалы, и у них на поводу идут даже видные деятели науки и просвещения, ратующие за введение теологии в светских вузах, объясняющие населению, что наука пришла к признанию Высшего Разума. Президент Папской академии наук известный космолог Ж. Леметр разъяснил неверность этого мнения с позиций как науки, так и теологии еще более 60 лет назад. В учебниках "креационистского естествознания" детям сообщают, что звезд, расположенных дальше 6000 световых лет, не существует, поскольку они были бы старше самого мира. Эти учебники рекомендованы Московской патриархией. Телевидение, являясь самым эффективным каналом влияния на мнение обывателя, систематически пропагандирует паранауку и антинауку. Ни Академия наук (кроме Отделения истории), ни Московский университет (кроме исторического факультета) до сих пор не выра-

зили своего отношения к бредовым построениям академика А.Т. Фоменко, основанным на подтасовке исходных данных и подрывающим у населения веру в науку вообще (Земля и Вселенная, 1997, № 3).

Если мы будем пассивны в борьбе с псевдонаукой, которую поддерживают некоторые министры и члены Госдумы, она сменит в России подлинную науку. Впрочем, если нынешнее положение дел сохранится, лет через десять наука исчезнет естественным путем – средний возраст докторов наук в стране составляет сейчас 60 лет, а академиков – 70 лет. Видя, что оклад профессора уступает окладу дворника, молодежь просто уезжает из страны. В распределении наших ученых по возрастам – глубокий минимум у 40–50 лет. Он менее заметен в вузах, но вопиет о себе в системе РАН.

Утрата интереса к познанию приводит не только к невозможности новых открытий и развитию новых технологий (которые могли бы спасти наших потомков от вызовов будущего), но, рано или поздно, – к утрате способности поддерживать и воспроизводить уже существующую технологию, в частности в области медицины, а это для нынешней городской цивилизации означает неизбежную гибель. Суждено ли такое развитие каждой цивилизации, после того как она достигнет примерно нашего уровня? Мы этого не знаем, но, наблюдая происходящее на нашей планете, можно считать,

что, скорее всего, именно утрата интереса к науке является причиной гибели многих цивилизации

Существуют ли сверхмощные цивилизации?

Допустим, однако, что некоторым из них удастся пройти неведомыми критическую стадию развития, в которой находится ныне Земля. Поскольку возраст многих звезд на миллиарды лет больше возраста Солнца, могут существовать цивилизации старше земной на миллиарды лет. Даже одна такая цивилизация давно была способна освоить всю Галактику, но почему же все-таки молчит Космос? Сумеет ли мы понять Разум, обогнавший нас хотя бы на тысячу лет? Мы ловим радиосигналы из космоса в течение лишь 40 лет, но уже работают детекторы нейтринного излучения, вступают в строй приемники гравитационного излучения. Как представить себе, чем мы будем располагать через сто лет? А через тысячу или через пять миллиардов лет?..

Таким образом, возникает вторая принципиальная проблема – пределы земного знания. Невозможность выделения изолированных кварков, успехи на пути создания единой теории физических взаимодействий, создание процессов, основанных на одной молекуле двуокиси кремния (всего на трех атомах!), позволяют подозревать, что мы уже близки к дну океана мироздания.

Однако очередная революция, свершающаяся ныне в космологии, скорее свидетельствует о том, что с вершины каждого пика, взятого наукой, мы и впредь будем видеть вершину следующего, еще более высокого. В пользу такой точки зрения говорит и давно сделанный Г.М. Ид-лисом вывод о том, что, в силу теоремы Геделя, решение каждой нетривиальной научной задачи приводит к появлению не менее двух новых проблем. Это может быть решением проблемы, поднятой В.М. Липуновым, – Разум никогда не исчерпает свою миссию познания мира, так что и в "научно постигаемом Боге" нет необходимости (Земля и Вселенная, 1995. № 1).

Возможности более старших цивилизаций нам трудно и вообразить. Они могут управлять движением звезд (как об этом уже давно говорил Н.С. Кардашев), "творить" новые галактики и даже новые вселенные... Почему бы и нет, если даже в рамках современной физики можно сказать, какова должна быть энергия столкновения двух элементарных частиц, чтобы результирующая черная дыра начала расширяться в другое пространство как новая вселенная...

Тогда можно полагать, что многие и многие явления, которые мы считаем естественными, на самом деле – результат деятельности сверхмощных старых цивилизаций. Трудно сказать, где именно находится сейчас постоянно отодвигаемый горизонт познания.

Если бы в 1895 г увидели на Луне ядерный взрыв, даже лучшие умы человечества не сумели бы объяснить его иначе, чем извержением вулкана или падением метеорита. Таинственные сверхэнергичные всплески гамма-излучения из далеких галактик наблюдаются уже более 30 лет, существуют десятки объясняющих их теорий (не слишком ли много?). А что если это просто отголоски далеких "звездных войн"?

После исчерпания всех вероятных возможностей остается рассмотреть неправдоподобные. Надо искать не сигналы, а "космическое чудо", какие-то структуры или явления, которые могут быть результатом или побочным продуктом деятельности ВЦ. Об этом очень интересно писал С. Лем, споря с И.С. Шкловским. В провидческой книге "Сумма технологии", изданной еще в 1968 г., С. Лем подробно обсуждает возможность небелковых форм жизни. Хорошо известно и роман замечательного астрофизика Ф. Хойла (скончавшегося 22 августа 2001 г.) "Черное облако", в котором описывается взаимодействие с обитателями Земли разумного плазменно-пылевого облака. Понятно, что для таких носителей интеллекта не нужны планеты, и тогда долгожданное открытие других планетных систем не столь уж важно для обсуждения здесь проблемы.

Наиболее далеко идущей в этом плане является выдвинутая в 1999 г. гипотеза В.А. Лесевра, извест-

ного русско-американского психолога и давнего любителя астрономии Он отмечает наличие глубокой аналогии между характеристиками черных дыр и человеческой психической деятельности, в частности жесткую разгороженность внутреннего и внешнего миров для обоих феноменов Черные дыры, согласно идее Лефевра, могут быть носителями информации или даже психики, и единственный возможный путь их разноможения – содействие возникновению массивных звезд, способных превратиться в новые черные дыры. Для нас это должно выглядеть естественным процессом (Земля и Вселенная, 2000, № 5).

Конечно, принцип "презумции естественности" повелевает до последней крайности искать естественное объяснение. Но бойтесь перестараться: случайным сочетанием событий и структур можно объяснить практически все.

Странная группа дугообразных звездных комплексов наблюдается именно в той области Большого Магелланова Облака, где находится единственный в этой галактике источник повторяющихся вспышек мягкого гамма-излучения и концентрируются рентгеновские двойные звезды. И.С. Шкловский допускал, что подобные необычные конфигурации могут быть признаком деятельности другого Разума. В.А. Лефевр не исключает, что гигантские звездные дуги – искусственные образования. По какой-то причине их создателям понадобилось

инициировать дополнительное образование массивных звезд, прародителей черных дыр, которые хранят гигантский объем информации или даже сами являются носителями Разума (Земля и Вселенная, 2000, № 5). Это звучит, конечно, как запредельная фантастика, но давние высказывания Г.М. Идлеса и Н.С. Кардашева о том, что, родившись в нашей Вселенной, древние носители Разума могли давно уже ускользнуть в другую вселенную, по сути дела, столь же экстраординарны.

Впрочем, еще К.Э. Циолковский считал, что Разум, возможно, ответствен за все вокруг. Возможность творения вселенных, и нашей в частности, как говорил американский космолог Е. Гаррисон, может объяснить подгонку параметров нашей Вселенной к возможности нашего существования. Вселенные следящего поколения создаются их творцами именно с такими параметрами, так что имеет место своего рода естественный отбор вселенных. С. Лем говорит даже о возможности творения законов физики (!). Проблема существования Внеземного Разума плавно переходит в область научной фантастики, распыляется и исчезает...

СМОЖЕМ ЛИ МЫ ПОНЯТЬ ДРУГУЮ ЦИВИЛИЗАЦИЮ?

Но если вовремя остановиться, остается предмет для серьезной дискуссии. Один из талантливых сотрудников И.С. Шкловского, ныне покойный Б.Н. Па-

новкин, настойчиво говорил о трудностях, которые наверняка возникнут в понимании Послания даже от цивилизации, близкой к нашей по развитию, просто в силу того, что «категориальный каркас выделения и формирования материальных объектов познания... определяется системно-специфически "человеческого" восприятия действительности». Возможно, что в наше время он высказывался бы более определенно. И это третья глубокая проблема, к которой нас подводят размышления о причинах молчания Космоса.

По сути, речь идет о достоверности и однозначности результатов человеческого искания истины. Именно здесь проходит сейчас фронт борьбы с модной философией постмодернизма, утверждающей, что объективной истины не существует, что результаты науки и псевдонауки суть равноправные "наборы текстов". Приходится сказать, что наука снова вынуждена бороться с позицией, которая, кажется, начинает занимать господствующее положение в нашей приспособленческой философии. О субъективности научного знания говорит целое течение в современном науковедении – "социология науки", которое делает свои выводы, изучая поведение и высказывания ученых, но не понимая смысла полученных ими результатов и их обязательности. Они не осознают неотвратимого действия общечеловеческой практики как критерия истины, они просто плохо

знакомы с физикой. Думая, что новое научное достижение отменяет прошлое знание

Возможно, Б.Н. Пановкин опирался на известное высказывание Н. Бора раньше было принято считать, что физика описывает Вселенную, а теперь мы знаем, что физика описывает лишь то, что мы можем сказать о Вселенной. Близких убеждений придерживался и А. Эддингтон. Однако разве уже наша способность воспроизвести на Земле ядерные реакции, подобные тем, что обеспечивают энергию звезды, не доказывает: мы однозначно и все более полно описываем нашу Вселенную?

Наша система понятий развивается адекватно нашему проникновению вглубь макро- и микромира, общего для всех субъектов нашей Вселенной. Дело в том, что и мы и наше сознание (и ОНИ!) – дети нашей Вселенной. Макс Планк говорил: "...я понял тот далекий не очевидный факт, что законы человеческого мышления совпадают с законами, управляющими последовательностями впечатлений, которые мы получаем от окружающего мира. И поэтому мышление позволяет человеку проникнуть внутрь этого мира. Первостепенную роль при этом играет то, что внешний мир является чем-то не зависящим от человека, чем-то абсолютным..."

Не все философы науки поддались модным веяниям. Эволюционная теория познания утверждает, что "субъективные структуры

познания подходят к миру, поскольку они сформировались в ходе эволюции путем приспособления к этому реальному миру они совпадают с реальными структурами, поскольку только такое совпадение сделало возможным выживание" (Г. Фоллмер). В любом случае общеобязательными являются законы нашей логики. Субъекты, которые не следовали ее законам, если и выжили, не стали разумными ни на Земле, ни где бы то ни было во Вселенной – и тем самым не представляют для нас интереса.

Не соглашаясь с Б.Н. Пановкиным и неокантианцами в вопросе о том, универсальна ли система научных понятий для всех субъектов Вселенной, отметим, что он был безусловно прав, говоря, что даже в благоприятных условиях для осуществления информационного взаимопонимания необходимо ведение многостадийной "встречной рефлексивной игры". Теорию таких игр развивал В.А. Лефевр и рассказывал о ней еще в 70-х гг. на семинарах по проблеме SETI в ГАИШ. Затем она была успешно применена в США Дж. Соросом и на завершающих этапах "холодной войны" политиками. Это указывает на универсальность рефлексивного подхода...

Обсудим в заключение вопрос о том, есть ли все же надежда в предвидимом будущем обнаружить сигнал, с которым можно начать такую игру. Он, как следует из вышеизложенного, должен прийти от ци-

вильзации, сравнительно ненамного опередившей нашу и имеющей близкую к нам технологию. Судя по нашему опыту, характерное время смены технологии составляет лишь десятки лет, так что вероятность существования такой цивилизации достаточно близко от нас очень мала. Более того, наш опыт опять же показывает, что такие цивилизации отнюдь не занимаются альтруистическим изотропным распространением своих знаний. Две-три попытки излучения направленных сигналов, конечно, не в счет.

Получается, что не в наших силах обнаружить брамы по Разуму? Некоторая надежда все же существует. Пространство вплоть до ближайших звезд мы, наверно, если не погибнет наука, сумеем освоить через сотню-другую лет и весьма вероятно, что узконаправленные радиосигналы будут средством передачи информации. Где искать такого рода цивилизации? В звездных скоплениях расстояние между звездами составляет световые недели, а возраст звезд почти одинаков. Находящиеся близ таких звезд цивилизации могут развиваться синхронно еще и потому, что способны достаточно оперативно обмениваться значимой информацией. Допустим теперь, что мы случайно оказались на продолжении радиолуча, а мощность сигнала была завышена тамошними инженерами или же рассчитана на возможность приема звездолетами этих цивилизаций далеко за предела-

ми скопления. Тогда, напав на такое скопление радиотелескоп, мы можем надеяться подслушать чужой разговор. Особенно если возраст скопления близок к возрасту Солнца.

Скорее всего, Внеземной Разум будет обнаружен во время обычных астрономических наблюдений, которые развиваются небывалыми темпами.

Пришло то время, о котором Л.А. Арцимович писал в 1972 г. в статье под названием "Будущее принадлежит астрофизике" (журнал "Природа"). Энергии самых мощных из мыслимых ускорителей не хватает на много порядков, чтобы разогнать элементарные частицы до энергий, необходимых для проверки современных физичес-

ких теорий. Эти энергии наблюдаются в астрофизических процессах, и вместо ускорителей сейчас строятся гигантские наземные и космические телескопы. Появляются новые методы обработки данных наблюдений. Астрономия снова становится лидером естествознания.

Информация

Определение времени пролетов Международной космической станции

В Интернете создан специальный сайт <http://www.heavens-above.com>, содержащий информацию об условиях видимости не только МКС, но и сотен других искусственных спутников Земли. Используя данные сайта, можно нарисовать карты наблюдаемой траектории полета МКС на фоне звездного неба, посмотреть параметры орбиты станции и график изменения высоты каждого спутника над Землей. Зайдя на сайт, выберите свой город из базы данных для России (Select your location from

database), затем идите по ссылке Russia, введите латинскими буквами название населенного пункта и нажмите Submit или введите координаты и часовой пояс (Enter your coordinates manually).

Оказавшись в окне Main Page, Вы увидите ряд ссылок. В разделе "Спутники" (Satellites) приведены информация о видимости МКС (ISS) на 10 суток, предсказание видимости всех спутников ярче 4,5^m (3,0 и 4,0^m) на ближайшую ночь, вспышки ИСЗ "Иридиум" на сутки, на неделю вперед и сведения двухдневной давности, а также ссылка на поиск спутника в базе данных (Select a satellite from the database).

Нажав мышкой на ссылку ISS, Вы увидите расписание пролетов станции на ближайшие 10 сут. (Чтобы посмотреть информацию о следующем десятидневном интервале, нажмите Next). Выбрав дату, Вы получите карту всего неба с траекторией МКС на фоне звездной детали пролета (высоту Солнца под горизонтом, моменты подъема станции из-за горизонта, дости-

жения высоты 10°, максимальной высоты, выхода из тени или входа в тень, захода на горизонт). Можно также открыть подробную поисковую карту на фоне звездной площадию 60° × 60°, ширину и высоту которой можно менять от 500 до 1600 пикселей. Установив курсор на любую точку неба и нажав кнопку мышки, Вы получите карту размером уже 20 × 20 с центром в этой точке. Перемещение по соседним участкам неба без изменения масштаба осуществляется нажатием мышки на поля карты.

Кроме того, можно увидеть проекцию траектории полета МКС на карту Земли (Ground Track). Яркий круг с центром в точке наблюдения показывает область, в которой высота спутника над горизонтом составляет более 10°. Участок траектории, на которой МКС освещена Солнцем, представлен сплошной линией, а пунктиром выделена часть орбиты, где станция находится в тени и не видна.

По материалам Интернета

Елена Ивановна Казимирчак-Полонская

(к 100-летию со дня рождения)

Елена Ивановна Полонская родилась 21(8) ноября 1902 г. в Волынской губернии в местечке Селец, на крайнем западе Белоруссии, в небольшом имении родителей. В годы ее юности и до 1939 г. это была территория Польши. Несмотря на

польскую фамилию, Елена Ивановна была по национальности русской. С детства Елена Полонская, наряду с польским языком, свободно владела немецким, говорила по-французски. Но когда в 1940 г. она приехала делегатом от Львовской обсерватории в Киев и выступила с докладом на Всесоюзной астрономической конференции, тогда же познакомившись непосредственно со многими советскими астрономами, Г.Н. Неуйминым, М.С. Зверевым, Д.Я. Мартыновым, они были поражены. Откуда у нее, приехавшей из Польши, "такой красивый научно-литературный русский язык и такой выговор – лучше, чем в самой России"?

Высшее физико-математическое образование Елена Ивановна получила в Львовском университете (1922–28 гг.), где затем в течение двух лет была ассистентом кафедры астрономии.

Научная карьера Елены Ивановны начиналась безоблачно. В Варшавской университетской обсерватории, где она стала работать под руководством видного польского астронома М. Каменского (1932–34 гг.), успешно прошла защита ее первой "докторской" (магистерской) диссертации и окончательно определилась область ее научных интересов: теория движений малых тел Солнечной системы. За диссертацию "О планетоцентрическом движении комет" она получила научную степень западного образца: "док-



Е.И. Казимирчак-Полонская (1902–1992). Фото второй половины 1980-х гг.

тор философий в области астрономии". С единственного сохранившегося ее портрета тех лет на нас смотрит не просто "доктор философии", но редкая красавица с тонким одухотворенным лицом и добрым нежным взглядом.

С началом второй мировой войны и разделом Польши начался страстный путь Елены Ивановны Казимирчак-Полонской. Научная работа прерывалась нелегкими жизненными обстоятельствами. В 1940–41 гг. она – старший научный сотрудник Астрономического института при Львовском университете. Дальнейшая судьба ее была блестящей и трагичной: блестящей как ученого, трагичной как незаурядной личности.

Обладая выдающимися способностями математика и астронома-теоретика, Елена Ивановна еще в ранней молодости (в 16 лет) встала на путь миссионерского служения идеалам православной религии. Долгие годы ее связывала тесная дружба с известным русским богословом Сергеем Булгаковым (тогда профессором Православного богословского института в Париже), от которого, как от духовного отца, она получила в 1927 г. благословение на "монашество в миру". В студенческие годы Елена Ивановна участвовала в издании религиозного журнала "На рубеже", была активным членом Русского Студенческого Христианского Движения в Польше и Белорусии. Она подчинила избранной ею миссии всю свою личную жизнь до самых последних минут. Даже согласившись на создание семьи (в 1936 г. ее мужем стал польский ученый ихтиолог Лев Иванович Казимирчак), она честно предупредила будущего супруга об этой главной миссии своей жизни. Этому же высококонфессиональному служению высшим идеалам она посвятила и своего единственного сына – Серюжу, которого потеряла (он умер от менингита в 1948 г.) из-за нечеловеческих условий, в которых она, вопреки официальным обещаниям властей, оказа-



лась в СССР – в Херсоне. Но эта сторона жизни Е.И. Казимирчак-Полонской до выхода ее автобиографической и потрясающей силой духа героини повести "Монахиня Елена", лишь посмертно изданной в 1998 г., была известна разве что самым близким друзьям и ученикам. А между тем она, по-существу, определила весь последующий в высшей степени самоотверженный, граничивший с аскетизмом, подвижнический жизненный путь Елены Ивановны – "матери Елены".

Высокое чувство человеческого долга и мужество Елена Ивановна проявила в годы немецкой оккупации Польши: в 1939 г. она спасает двоих своих коллег-астрономов от призыва в созданное немцами "Воиско Польское", а позднее прячет у себя дома нескольких университетских профессоров во время гестаповских облав и обысков. Переехав в 1944 г. по настоянию мужа из Львова в Варшаву, где он так и не получил обещанной работы, она потеряла работу по специальности и вынуждена была заняться трудом ради заработка. Предчувствуя опасность и вовремя уйдя из Варшавы с шестилетним сыном перед самым польским восстани-



ем, она навсегда потеряла мужа и надолго рассталась с 70-летней матерью, не успевшими, вопреки ее уговорам, присоединиться к ней. Сотни километров она исходила босиком поздней осенью, разыскивая родных в немецких лагерях, подвергаясь смертельной опасности и спасаясь благодаря своему мужеству, находчивости, помощи таких же самоотверженных людей, а также силе своего духа и убеждения, действовавших даже на врагов... Мать ей удалось спасти и увести из Варшавы. Но возвратившегося из плена мужа к ней не пустили (как и ее к нему) партийные органы Херсона, где она оказалась после войны.

Именно с высокой миссией служения Родине и на научном, и на религиозном поприще был связан добровольный переезд Е.И. Казимирчак-Полонской из Польши в СССР сразу после окончания войны в 1945 г., после того как представитель советской Военной миссии в Варшаве уверил ее в новом, благосклонном отношении к православной церкви в советской России. Автор предисловия к ее

автобиографической повести писал: "Россия была постоянным центром всех духовных устремлений матери Елены". Из предложенных двух возможностей – Минск или Херсон – она выбрала второй, где с энтузиазмом приступила к работе старшим преподавателем высшей математики и астрономии в "педине" – Педагогическом институте и где проявился ее новый уникальный талант – педагогический. Но здесь же она столкнулась с лицемерием властей, ханжеством и бездушием руководством института, буквально с каторжной беспросветной работой (почти все годы в Херсоне ей удавалось спать лишь по два часа в ночь), с нечеловеческими условиями быта. Мужественно перенося все это, она решительно отказалась от последней, хотя, видимо, уже иллюзорной, возможности вернуться в Польшу с группой уезжавших на родину бывших польских военнопленных. Утешением была искренняя любовь студентов, которым она отдавала все силы и душу.

Человек высочайшей порядочности и глубоких знаний, Елена Ивановна вынуждена была вторично защитить кандидатскую диссертацию. На предварительном этапе, не удовлетворив соответствующую "комиссию" интонациями по отношению к "вождям" в своем докладе по марксизму, она впервые услышала в свой адрес обвинения в "антисоветских" настроениях. Во время последней встречи с нею в Херсоне в 1945 г. Г.Н. Неуймин, тогда директор восстанавливавшейся Пулковской обсерватории, который лучше знал обстановку в стране, сказал ей на прощание пророческие слова: "Дорогая и бедная моя! Сколько придется вам здесь еще намучиться!.."

Пережив трагедию смерти сына и навсегда порвав с Херсоном, Елена Ивановна в 1948–50 гг. впервые входит в штат Института теоретической астрономии в Ленинграде, где ее работы по короткопериодическим кометам уже были известны и высоко оценены. Но затем

снова следует "незапланированный" перерыв обвиненная в "шпионаже". Елена Ивановна восемь месяцев проводит в заключении, где не сдается, несмотря на бесперывные допросы. В ее освобождении сыграли роль и херсонские студенты, давшие со своим преподавателе самые восторженные отзывы.

После освобождения ей было запрещено работать в Ленинграде. Судьба приводит ее в Одессу, где она несколько лет (1953–56 гг.) работает в должности доцента на "чужой", физической кафедре пединститута (проявив себя и здесь талантливым педагогом и организатором студенческого коллектива). И только в знаменательном, переломном для отечественной истории пятидесят шестом Е.И. Казимирчак-Полонская окончательно обретает свое законное место – в ведущем отечественном центре небесной механики – ИТА АН СССР, возвратившись в Отдел малых планет и комет.

Но даже при такой прерывистости "линии жизни и научной деятельности" Елена Ивановна успевает получать важные результаты в избранной ею области. В сентябре 1950 г., перед очередным "зигзагом" судьбы, она успешно защищает на Ученом совете в ГАО АН СССР в Пулково "советскую" кандидатскую диссертацию на тему "Тесные сближения комет с планетами". А после окончательного возвращения в ИТА, обретя наконец нормальные условия для научной работы, она глубоко входит в одну из наиболее сложных проблем небесной механики, пограничную с астрофизикой, – в теорию движения комет, эволюции их орбит под действием не только обычных гравитационных, но и так называемых негравитационных сил – возникающих уже в результате физических процессов в теле кометы. Ее блестяще защищенная в 1968 г. докторская (опять же в ГАО) так и называлась: "Теория движения короткопериодических комет и проблема эволюции их орбит".

Именно короткопериодические кометы представляют самую трудную задачу для астрономов-теоретиков, поскольку проходят в опасной близости к планетам-гигантам и испытывают сильнейшие возмущения своих орбит. Можно ли пре-

дусмотреть такие сближения или они совершенно случайны? (Первая, у которой был установлен немислимый прежде короткий период обращения, всего 5 6 года, комета 1770 г., была исследована с этой точки зрения А.И. Лекселем и носит его имя. Орбита и период ее, как показал Лексель, под влиянием Юпитера катастрофически изменились с нескольких до сотен лет!) Эта область астрономии не только трудна, но и чрезвычайно интересна для астрономов разных специализаций, поскольку выходит за пределы чистой небесной механики. Изучение характера и эволюции кометных орбит может пролить свет на происхождение комет – наиболее загадочных членов Солнечной системы, а через них и на более общие проблемы планетной космогонии. Изучение особенностей, аномалий кометных орбит показывает их зависимость от физических процессов в теле кометы, т.е. выводит на решение проблем кометной физики. Математически же задача особенно сложна, поскольку не поддается решению аналитическими методами и требует применения методов численного интегрирования, причем в каждом случае своих. Проблема движения комет "распадается" т.о. на целый комплекс самостоятельных подпроблем: движение короткопериодических комет; движение долгопериодических комет; движение комет по орбитам, близким к параболическим; движение комет с учетом негравитационных сил; вычисление первоначальных и будущих кометных орбит; исследование эволюции кометных орбит и т.д.". Задача невероятно осложняется при сближении комет с большими планетами, и для получения более точной информации о дальнейшей судьбе кометы требуется учесть и сжатие планеты, и влияние ее спутников.

Все это отметил тогдашний директор ИТА Г.А. Чеботарев на торжественном заседании Ученого совета Института в 1971 г. по случаю присуждения Е.И. Казимирчак-Полонской (Постановлением Президиума АН СССР от 24.1.1969 г.) премии им Ф.А. Бредихина за большой цикл работ по указанным проблемам.

Именно оригинальностью методов, исключительной точностью результатов

отличались эти исследования Е. И. Казимирчак-Полонской. Немалую роль сыграло и начатое ею применение здесь электронной вычислительной техники – тогда еще в виде громоздких установок (не в пример современным настольным компьютерам!).

Поздравляя нового Лауреата, Глеб Александрович Чеботарев подчеркивал важность “разработки ею новой методики и составления комплекса программ для исследования эволюции орбит и построения численных теорий движения малых тел Солнечной системы с полным учетом планетных возмущений и негравитационных эффектов на протяжении столетий”.

Своими методами Елена Ивановна теоретически исследовала движение около 40 короткопериодических комет разных планетных семейств за четыре столетия (с 1660 г. по 2060 г.). Она доказала (в противовес общепринятым до того мнениям) не случайность, а, напротив, закономерность сближений короткопериодических комет с планетами-гигантами (прежде всего с Юпитером) и установила, что при этом осуществлялся ряд захватов комет одной планетной-гигантом (Юпитером) из кометных семейств менее мощных планет (Сатурна и Урана). Как отметил директор ИТА, результаты Казимирчак-Полонской “заставляют критически пересмотреть все гипотезы происхождения комет”.

В проблеме происхождения комет Елена Ивановна внесла значительный вклад в “теорию диффузии” кометных тел из так называемого облака Оорта на дальней периферии Солнечной системы (до 100–200 тыс. а.е.) в планетную зону. Цель этой теории – объяснить, качественно и количественно, появление короткопериодических комет (КПК). Елена Ивановна разработала концепцию “ступенчатой диффузии” кометных тел из облака Оорта в область планет (под влиянием, последовательно, сначала звездных, а затем планетных возмущений). Она стала одним из лидеров этого направления теории кометной динамики.

Однако в отличие от других выдающихся исследователей этой проблематики (среди которых были и такие извест-

ные фигуры, как Я. Оорт, К.А. Штейнс), Елена Ивановна пошла значительно дальше. Именно, она установила точным небесно-механическим исследованием тот факт, что КПК “рождаются” (точнее, появляются) в поясах (зонах) между планетами-гигантами. То есть эти пояса являются как бы “запасниками” будущих КПК. Такие кольцевые зоны кометных тел между орбитами планет-гигантов получили наименование “*поясов Казимирчак-Полонской*”.

Заметим, что открытия этого рода – целых ансамблей объектов, или областей (пространств) их расположения, куда более масштабны и научно значимы, чем обнаружение индивидуальных астрономических объектов того или иного рода (астероид, комета, отдельная экзопланета и т.д.). Аналогами (по масштабам научной значимости) поясов Казимирчак-Полонской являются не тот или иной астероид, комета, кратер на Венере и т.п., а такие ансамбли объектов, как, например, “пояс Койпера” (“запланетных” объектов), семейства (астероидов) Хирायмы, ансамбль “галактик Сейферта” и т.д. Открытия такого масштаба выпадают на долю очень немногих исследователей.

... Доказав существование “своих” поясов кометных тел, Е.И. Казимирчак-Полонская предполагала, что они образуются путем диффузии (“ступенчатого захвата”) кометных тел из облака Оорта. Это предположение (как и вообще гипотеза о приходе, “диффузии” КПК из облака Оорта) остается недоказанным. “Теория диффузии” дает слишком слабый поток кометных тел из облака Оорта, неспособный объяснить наблюдаемое количество КПК. “Нехватка” эта достигает шести порядков величины! Возможно, “кометное население” поясов Казимирчак-Полонской – вообще не пришельцы откуда-то (из облака Оорта, “из Галактики”, из недр планет-гигантов или их спутников...), а “исконые жители” этих “мест”. А конкретно – реликт планетезимального диска рождавшейся Солнечной системы подобно населению главной пояса астероидов и пояса Койпера. В отличие от последних, индивидуальные объекты (кометные тела) непосредственно в поясах Казимирчак-По-

На похоронах монахини Елены отец Николай (Н. Беляев) и Виктор Кузьмич Абалакин (директор Пулковской обсерватории, 1983–2000). Кладбище астрономов на территории Пулковской обсерватории



лонской наблюдательно не зафиксированы. (Пояс Койпера тоже открыли не сразу, а через полвека после его предсказания!) Елена Ивановна доказала существование поясов кометных тел между планетами-гигантами не наблюдательно, а “на кончике пера” (как Адамс и Леверье – существование Нептуна). Возможно, пояса Казимирчак-Полонской остаются в статусе предсказанного, но еще не открытого объекта (подобно поясу Койпера с 50-х до 90-х гг.) просто потому, что наблюдатели опять “недостаточно серьезно” восприняли предсказание теоретика (как Эри – результат Адамса) и пока не взялись всерьез за эти поиски... Можно думать, что наблюдательное открытие поясов Казимирчак-Полонской, вслед за открытием пояса Койпера в 90-х гг. XX в., окажется одной из первых астрономических сенсаций века XXI... Объекты этих поясов должны быть важны и в аспекте проблемы кометно-астероидной опасности.

Е.И. Казимирчак-Полонская, несмотря на все выпавшие на ее долю страдания, прожила долгую, хотя и очень нелегкую жизнь, наполненную не только успехами, но и тяжелыми потерями и утратами. Полностью потеряв в последние годы зрение и утратив возможность самостоятельно передвигаться из-за болезни ног, непрерывно испытывая физические страдания, она даже в таком состоянии продолжала и свою миссионер-

скую деятельность, диктуя воспоминания и новые работы – о Сергии Булгакове, об Александре Невском – своим ученикам и помощникам. Но прежде всего научный вклад Елены Ивановны Казимирчак-Полонской убедительно показывает, что она осталась человеком несломленного духа, человеком красивым не только внешне, ярким и редким примером духовной красоты и высокого интеллекта.

Скончалась Елена Ивановна Казимирчак-Полонская 30 августа 1992 г. Прах ее покоится на Пулковском кладбище астрономов.

А.И. ЕРЕМЕЕВА,
кандидат физико-математических наук
Ф.А. ЦИЦИН,
кандидат физико-математических наук
ГАИШ

(Фотографии взяты из книги Монахини Елены (Казимирчак-Полонской) “О действии благодати Божией в современном мире”. М.: Общедоступный Православный Университет, 2002.)

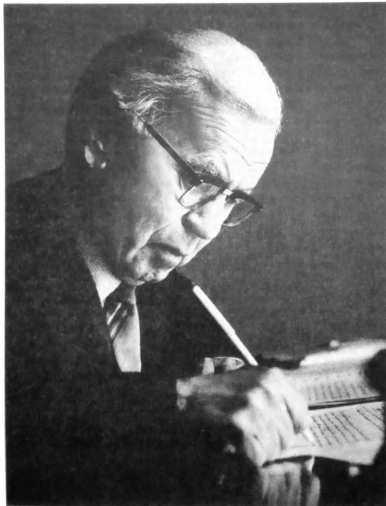
Дегазация Земли

На прошедшей в Москве в 2002 г. Международной конференции "Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть и газ" обсуждались многие, связанные между собой,

проблемы геофизики. Конференция организована Отделением геологии, геофизики, геохимии и горных пород РАН. Среди ее учредителей – Институт проблем нефти и газа РАН, Геологи-

ческий институт РАН, Объединенный институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Российский фонд фундаментальных исследований. Помимо российских ученых в ней приняли участие представители Азербайджана, Белоруссии, Италии, США, Украины, Швеции.

Организаторы посвятили конференцию памяти выдающегося геолога и геотектониста академика П.Н. Кропоткина (1910–1996). Работая многие годы в Геологическом институте РАН, Петр Николаевич Кропоткин (внучатый племянник известного ученого-энциклопедиста и общественного деятеля П.А. Кропоткина) в период с 1976 г. по 1991 г. выступил инициатором и руководителем трех Всесоюзных совещаний по проблеме "Дегазация Земли и геотектоника". Он теоретически открыл углеводородную (холодную) ветвь дегазации Земли, указал на то, что прорывающиеся в верхние слои земной ко-



Академик П.Н. Кропоткин, один из первых приверженцев концепции существенного воздействия дегазации Земли на процессы в литосфере.

ры потоки насыщенных газом растворов (флюидов) участвуют в образовании скопления жидких и газообразных углеводородов и в формировании месторождения нефти и газа. Развивая это направление исследований, ученые обнаружили, что дегазация планеты воздействует на **многие процессы в литосфере, гидросфере и биосфере**, а **глубинные флюиды играют существенную роль в формировании не только углеводородных месторождений, но также рудных и твердых горючих ископаемых.**

Открывший конференцию директор Института проблем нефти и газа РАН академик А.И. Дмитриевский заметил, что главным вопросом, нуждающимся в обсуждении, остается вопрос: **о роли геофлюидов в энергетике тектонических и петрологических процессов.** Многие ученые, изучающие породы земной коры (петрологи), пока еще не признают существование **мощных потоков водородов, поднимающихся вместе с флюидами к поверхности литосферы прямо от ядра Земли.** Они, несомненно, воздействуют на то, что происходит в приповерхностных оболочках Земли, вызывают катастрофические явления в атмосфере, гидросфере и биосфере. Применение в геофизике методов томографии показало, что **глобальные геодинамические процессы начинаются на границе мантии с ядром.** Их невозможно исследовать, не учитывая явления в **глубинных недрах планеты.**

Проблема дегазации Земли затрагивает многие научные дисциплины, в том числе и те, что выходят за пределы наук о Земле. Этим обусловлена необходимость координации научных исследований, что подтверждено в докладах конференции (их было более 200).

В первом же пленарном докладе академик Ф.А. Летников (Институт земной коры СО РАН, Иркутск) высказал новаторскую идею о том, что дегазация Земли – **глобальный процесс самоорганизации** (см. его статью в этом номере журнала). Вся эволюция Земли после ее формирования из первичного газопылевого субстрата является, по убеждению докладчика, актом самоорганизации. Его внешние управляющие параметры – гравитационное воздействие Солнца и Луны, периодически изменяющее положение центра масс в системе Солнце – Земля – Луна. Это установил член-корреспондент РАН Ю.Н. Авсюк, также выступивший с докладом. **Нелинейный характер взаимодействия Солнца с Землей и ее спутником во многом определяет динамику развития планеты как космического тела.** Земля – открытая неравновесная динамическая система, из ее недр в период формирования, начавшегося 4,5 млрд лет назад, происходит периодически прерывающееся выделение флюидной компоненты жидкого ядра.

Выбрасываемые из жидкого ядра **плюмы “прожигают” мантию и достигают верхних горизонтов лито-**

сферы, где в результате взаимодействия составляющих плюм глубинных флюидов (газонасыщенных растворов) с органическим веществом в осадочных породах формируются скопления углеводородов. Дегазация выражает однопольный и необратимый процесс “старения” Земли, каждому периоду которого соответствуют свои особенности флюидного режима.

Рассказывая о геологических следствиях дегазации земного ядра, академик А.А. Маракушев (Институт экспериментальной минералогии РАН, Черноглавка) обратил внимание на существенные различия в эндогенном развитии Земли, Венеры, Марса и Меркурия. Как протопланта Земля эволюционировала раньше других планет земной группы, что и определило высокую концентрацию флюидов в расплавленном ядре и длительность эндогенной активности нашей планеты. В этом ее уникальность.

В ряде докладов рассмотрены космические и глобальные аспекты дегазации Земли. В.В. Адушкин (Институт динамики геосфер РАН) проанализировал данные об источниках потоков метана, играющего важную роль в функционировании парникового эффекта. Его доля в приросте среднегодовых температур составляет примерно 15% от суммарного парникового эффекта. Среди источников метана на первом месте указываются природные литосферные и гидросферные источники, на втором – антропогенные.

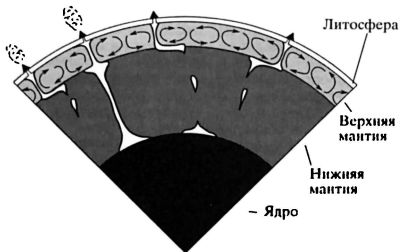


Схема транспорта флюидов через литосферу к поверхности Земли, по А.Ф. Грачеву.

Группа ученых из Института динамики геосфер РАН, Центральной аэрологической обсерватории и МГУ им. М.В. Ломоносова исследовала, как влияют на химию верхних слоев атмосферы процессы дегазации, происходящие в период господства якутского зимнего антициклона. Тогда выбросы легких газов из недр выполняют роль своеобразного лифта, доставляющего в стратосферу озоноразрушающее вещество. Формируются "озоновые дыры", распространяющиеся над Охотским морем, Севером Дальнего Востока и Канадой.

Г.Л. Корюкин (Научно-производственный геоэкологический центр, г. Сочи) связал с дегазацией Земли формирование сероводородной зоны в Черном море. Г.Г. Кочемасов (ИГЕМ РАН) сопоставил особенности глобальной дегазации Земли и Венеры и выявил существенные различия. Практически все летучие компоненты недр Венеры поглощены ее атмосферой, в 90 раз более массивной,

чем земная (и с этим связывается, по мнению ученого, ее замедленное – и притом в обратном направлении – движение вокруг оси).

Во втором своем докладе Г.Г. Кочемасов объяснил расположение в различных районах Земли возникших скоплений нефти и газа в результате дегазации недр волновой тектоники Земли и других небесных тел, источник которой – многократные периодические смены ускорений при движении по эллиптическим орбитам. Г.П. Вдовыкин обратил внимание на "космическую распространенность органических и других форм углерода".

Опираясь на представления о роли флюидов в преобразовании земной коры, Ю.В. Баркин (ГАИШ) предложил механизм планетарной сетки месторождений полезных ископаемых, включая нефть и газ. Вводится геодинамическая система координат, северный полюс которой располагается на Севере Индии, в пустыне Тар. В докладе В.Д. Скарягина и

М.Г. Макарова как результат процессов дегазации планеты рассмотрены широко распространенные на Земле кольцевые структуры – следы "застывших пузырей", поднявшихся из мантии. Развивая флюидную концепцию глобальной тектоники, авторы ряда докладов утверждают, что она позволяет выработать новые эффективные критерии прогнозирования и предупреждения природных катастроф. В частности, исследовано влияние восходящих потоков легких газов на неустойчивость литосферы и ее сейсмичу, на процессы формирования различных полезных ископаемых, не только углеводородных, но и металлических (меди, золота, урана и др.).

Ю.М. Малиновский (Институт литосферы окраинных и внутренних морей РАН) исследовал на фоне дегазации Земли углеродный цикл биосферы. Он пришел к выводу, что связь углеродистых фаз биосферных ритмов с усилением эндогенных процессов имеет нелинейный характер и явно проступает на больших периодах.

Тема доклада А.Н. Дмитриевского с коллегами (ИПНГ РАН, ИЗМИРАН) – использование космических методов (спутниковая локация и фотографирование) в исследовании зон активной тектоники и со-

временной геодинамики. Перспективна разработка метода теплового геодинамического мониторинга из космоса

Особая группа докладов посвящена процессам нефтегазоаккумуляции в аспекте дегазации Земли. Геодинамический подход к этой проблеме – новые возможности оценки прогноза и технологии поиска скопленных углеводородов. Этому посвящены несколько докладов сибирских геологов. Флюидная концепция позволяет понять закономерность расположения крупнейших нефтегазоносных провинций, обусловленную ротаторным движением Земли. Они привязаны к критическим центрам деформации Земли, где особенно сильны флюидные потоки. Г.П. Вдовыкин произвел подсчеты ресурсов углеводородов в пределах Русской платформы по газам, рассеянным в осадочных породах ($42.5 \cdot 10^{12} \text{ м}^3$) и в

гранито-гнейсах (до глубины 6 км – $6.2 \cdot 10^{12} \text{ м}^3$).

Глубинно-мантийную небиотическую природу имеют огромные залежи газогидратов ("горючего льда") на дне Мирового океана (доклад В.А. Краюшкина (Институт геологических наук Национальной академии наук Украины). Непрерывный слой газогидратов протягивается по дну всех океанов от Арктики и Антарктиды до экватора, совокупные ресурсы углерода в них в 2900 раз превышают все известные запасы его в нефтяных и газовых месторождениях, в биоте и атмосфере. "Чудовищно громадное", по словам автора, скопление метана – результат восходящих вертикальных миграций глубинного флюида по всем порам донных осадков.

О влиянии дегазации Земли на биосферу и формирующееся человечество рассказали В.Г. Печенкин и И.Г. Печенкин (ВИМС

им. Н.М. Федоровского). Авторы считают дегазацию причиной климатических изменений, биологических катастроф и смены форм жизни. По их образному выражению, "все древо человеческое уходит корнями в рифтовую трещину Африканского континента". Этот риф – крупнейший на Земле. Именно интенсивная дегазация вдоль Африканской рифтовой системы привела, как они думают, к появлению у предков человека основных признаков вида *Homo sapiens*.

После оживленного обсуждения докладов на конференции решено объединить усилия специалистов разных стран в разработке проблемы дегазации Земли, имеющей, по всеобщему признанию, не только фундаментальное, но и большое практическое значение.

В.А. МАРКИН,
кандидат

географических наук

Информация

Рассеяние шаровых скоплений

Как известно, вокруг центра Галактики обращаются около 150 шаровых скоплений. Это древние плотные звездные сообщества, возникшие одновременно с Млечным Путем 12–14 млрд. лет назад (Земля и Вселенная, 1975, № 6; 1978, № 4; 2002, № 5). Скопления отличаются степенью "заселенности" (в каждом до нескольких миллионов звезд) и плотностью. Те из них, что обладают большей диф-

фузностью, рискуют оказаться разорванными на части под действием приливных сил из-за гравитационной неравномерности в Галактике. Первые свидетельства подобной судьбы шаровых скоплений обнаружила группа ученых под руководством Э. Гребель из Астрономического института им. М. Планка в Гейдельберге (ФРГ).

Исследователи обратили внимание на шаровое скопление Паломар-5, находящееся в 75 тыс. св. лет от нас. В противоположные от центра скопления стороны растянулись на 13 тыс. св. лет шлейфы звезд. По мнению астрофизиков, через 100 млн. лет Паломар-5 перестанет сущест-

вовать. Процесс рассеяния одного из скоплений под действием галактических гравитационных сил и был недавно зафиксирован. Астрофизики пытаются обнаружить подобные хвосты из шаровых скоплений, движущихся по своим орбитам вокруг центра Млечного Пути. Это позволит определить расположение и плотность "темной материи" в Галактике, которую невозможно зафиксировать никакими инструментами. Полученные данные помогут установить влияние "темной материи" на эволюцию Вселенной.

Science, 2002, 296, 5575

Мы живем в ритме космоса

“Космос и история” – так называлась Международная научная конференция, прошедшая в 2002 г. в стенах Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК), посвященная 105-летию со дня рождения А.Л. Чижевского (1897–1964) – основоположника космической экологии. Инициатором конференции выступил Гуманитарный институт. Президент института профессор Н.В. Асташкина по этому поводу сказала: «Две магистрали познания, две “непересекающиеся” (согласно традиционным представлениям) параллели: есте-

ствознания и обществоведения – сошлись, органично объединенные не просто общим интересом, но единством темы – переплетением судеб Земли и космоса...» Конференция привлекла к участию представителей различных научных направлений. С ее трибуны звучали сообщения астрофизиков, биологов, психологов, политологов, философов, социологов. Сбравшихся приветствовал декан факультета прикладной космонавтики МИИГАиКа доктор технических наук профессор В.А. Малинников.

Случилось так, что на заре XX в. историк-археолог,

защитивший в 1917 г. магистерскую диссертацию на тему “Русская поэзия XVIII в.”, Александр Леонидович Чижевский сделал открытие фундаментального значения, применив математико-статистические методы к фактам социальной истории. А.Л. Чижевский обнаружил, что динамика массовых явлений в человеческом обществе начиная с V в. до н.э. строго следует за периодическими изменениями солнечной активности.

Обнаружив синхронность в интенсивности ряда стихийных событий, параллельно протекающих на нашей планете и на Солнце, молодой ученый высказал гипотезу о причинной связи между этими рядами явле-



Президиум Международной конференции “Космос и история”: декан факультета прикладной космонавтики МИИГАиК профессор В.А. Малинников, проректор Московского гуманитарного института профессор И.В. Петрянина, вице-президент Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского Л.В. Голованов и вице-президент Академии ноосферы и устойчивого развития А.В. Водоплагин. Фото С.А. Герасютина.

ний и поставил вопрос о био-генной роли исчезающе малых физических факторов внешней среды, исходным источником которых в конечном счете оказывается космос

Мы привыкли придерживаться грубого и узкого антифилософского взгляда на жизнь как на результат случайной игры только земных сил. – заявил А.Л. Чижевский. – Это, конечно, неверно. Жизнь же, как мы видим, в значительно большей степени есть явление космическое, чем земное. Она создана воздействием творческой динамики Космоса на инертный материал Земли. Она живет динамикой этих сил, и каждое биение органического пульса согласовано с биением космического сердца – этой грандиозной совокупности туманностей, звезд, Солнца и планет”.

Именно с его работами произошло вторжение астрономии и астрофизики в науку о жизни, открылся широкий фронт биофизических, биохимических и медико-биологических поисков под гелиогеофизическим углом зрения. Это знаменовало “коперниканскую революцию” в биологии. А затем – и в социологии. Об этом шла речь на конференции.

ПОНЯТИЕ “СРЕДА” СЛЕДУЕТ
ТОЛКОВАТЬ ШИРЕ

Согласно И.М. Сеченову, понятие “среда” должно быть включено в определение “жизнь”. Но теперь, благодаря А.Л. Чижевскому, оно обрело расширитель-

ное толкование: недостаточно при изучении живых организмов учитывать лишь непосредственно окружающую их среду земного обитания – во внимание должно быть принято ивнеземное пространство. Земля же со всеми своими составляющими геосферами не просто пребывает в межзвездном мире, она буквально живет его жизнью. Такое представление означало качественно новую ступень в научном познании: иное, более глубокое мировосприятие, более широкие горизонты и новые ассоциации научного видения, более полное понимание единства мира, а также и новые подходы к предметной человеческой деятельности, новые возможности прогнозирования грядущих явлений, в частности в биосфере, включая массовые заболевания животных и людей.

“...Эпидемиология, – писал А.Л. Чижевский в 1930 г., – пойдет рука об руку с астрономией и метеорологией”. Тогда же им был представлен в широком, общебиологическом освещении вопрос о переходе жизненных качеств вируса из латентного (скрытого) состояния в активное, агрессивное – под влиянием почти неумовимых изменений в окружающей (физико-химической) стихии, которая, в свою очередь, как вскоре выяснилось, сама качественно изменчива под влиянием гелиогеофизических факторов, “подвижна”. Итак, согласно А.Л. Чижевскому, динамика любой самоорганизующейся целост-

ности подвержена влиянию периодических и стохастических проявлений солнечной активности. На конференции говорилось о том, что с этим фактом ныне считаются представители многих профессий – от специалистов в области земледелия и животноводства, медицины и профигиены до ответственных за подготовку полетов в космос.

В докладе врача-космонавта доктора биологических наук профессора В.В. Полякова и его коллеги по Государственному научному центру РФ “Институт медико-биологических проблем” (ИМБП) доктора медицинских наук В.А. Галиченко было показано, сколь велико фундаментальное значение идей и творческого наследия А.Л. Чижевского для дальнейшего развития космического естествознания и пилотируемой космонавтики.

Принципиальное значение для науки и практики имеет установленный А.Л. Чижевским закон **квантитативной компенсации в функциях биосферы**, согласно которому в наполненной жизнью верхней оболочке Земли происходит системное пространственно-временное распределение периодических подъемов и падений стихийных массовых событий, обусловленных колебаниями солнечной активности. Это прослеживается на больших территориях зеленого покрова планеты с помощью методов дендроиндикации, о чем сообщил доктор биологических наук Н.В. Ловелюс.

Благодаря не только достижениям наземных астрофизических наблюдений но и успехам космонавтики в последние десятилетия ндуке открылась сложнейшая картина физического строения околоземного пространства и его связь с Солнцем. Поэтому, пожалуй, имеет смысл говорить об экологии биосферы как целого, в контексте которой следует искать механизмы разнообразных гелиобиологических явления в природе живого вещества планеты. И в этой связи, когда мы говорим о физическом состоянии околопланетной среды, необходимо рассматривать "космическую погоду" как своеобразный экзотеморологический феномен, глобально воздействующий на биосферу: нарушается радиосвязь, происходят аварии наземной и космической техники, ухудшается самочувствие людей. Этому был посвящен доклад Х.Д. Канониди, директора Центра геофизических данных Института земного магнетизма и распространения радиоволн РАН (ИЗМИРАН). Прогностическая информация этого центра ежедневно и еженедельно сообщается заинтересованным организациям, в их числе Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, МЧС, Росавиакосмос и др.

В свою очередь, доктор физико-математических наук А.Г. Гамбурцев поделился опытом многолетнего анализа и обобщения гелиогеофизических данных в возглавляемой им лабора-

тории Объединенного института физики Земли имени О.Ю. Шмидта. Накапливаемая информация публикуется в регулярно выходящем Атласе геофизических данных, служащем опорой прогностическим исследованиям по широкому фронту солнечно-земных связей.

СЕРДЦЕ ОТКРЫТО СОЛНЦУ

А.Л. Чижевский установил, что солнечная активность способна непосредственно воздействовать на сердечно-сосудистую, нервную и другие системы человека. От такого рода неблагоприятных воздействий можно укрываться в специально экранированных палатах, что и подтвердил экспериментально доктор биологических наук Ю.И. Гурфинкель, заведующий Отделением реанимации и интенсивной терапии Центральной клинической больницы Министерства путей сообщения РФ. На конференции он выступил с очень содержательным докладом о влиянии солнечной активности на сердечно-сосудистые заболевания. Ежегодно миллионы людей в развитых странах умирают от ишемической болезни и острых нарушений сердечного ритма, причем обусловленные солнечной активностью геомагнитные возмущения играют в этом "провоцирующую" роль. Содружество медиков и биологов с гелиогеофизиками позволяет прогнозировать неблагоприятные фазы в жизнедеятельности пациентов и принимать профилактические меры, в том

числе с использованием экранированных палат.

Руководитель одного из подразделений Научного центра здоровья детей Российской академии медицинских наук Е.В. Сюткина рассказала участникам конференции о том, как изменение солнечной активности воздействует на многолетнюю динамику показателей физического развития новорожденных. Ребенок особенно чутко к разнообразным влияниям внешней среды. По мнению заведующего Лабораторией цитохимии того же Научного центра доктора медицинских наук С.В. Петричук, "несомненной заслугой А.Л. Чижевского следует признать, помимо расширения мира индивида до размеров Солнечной системы, введение в обиход медицинских исследований слабых информационных воздействий. Это равнозначно открытию Л. Пастером роли микроорганизмов в жизни многоклеточных, сложного организованных существ". В течение последних 25 лет эта лаборатория занималась исследованием влияния различных, в том числе гелиогеофизических факторов внешней среды на состояние здоровья детей разного возраста, проживающих в разных регионах страны. Определяли активность основных ферментов энергетического обмена в лейкоцитах периферической крови. Кроме подтверждения зависимости состояния детского и материнского организма от колебаний параметров окружающей среды, ученые выработали рекомендации

по прогнозу и коррекции его относительной устойчивости

Заведующей кафедрой Ташкентского педиатрического медицинского института профессор В.П. Искаков представил интересные данные о применении гелиобиологического ("хронозидемиологического") метода для изучения эндогенных психозов По-новому, в свете идей А.Л. Чижевского, осмысливаются этиология психических болезней, их прогнозирование, профилактика и лечение. Автор высказал предположение, что в чувствительности мигрирующих нейронов головного мозга к гелиогеофизическим возмущениям следует искать причину ряда системных нарушений в психическом поведении людей.

В ПОТАЕННЫХ МЕХАНИЗМАХ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ

В середине 1930-х гг. А.Л. Чижевский вместе с казанским врачом С.Т. Вельховером открыл еще одно важное явление: микроорганизмы – возбудители болезней – чутко реагируют на приближение солнечных бурь. Ученые получили своеобразный барометр "космической погоды", способный предупреждать людей о приближении геофизически неблагоприятных дней, на которые чутко реагируют живые организмы. О чрезвычайной важности этого при планировании пилотируемых космических полетов сообщил А.Л. Чижевский на 1-й Всесоюзной конференции по авиационной и косми-

ческой медицине (1963 г.). Об этом напомнили многие докладчики и на нашей конференции – тонкие структуры биосистем оказываются детекторами гелиогеомагнитных возмущений.

Обнаружению эффектов воздействия солнечной активности на динамику развития микробных сообществ в отсеках орбитальной космической станции "Мир" было посвящено выступление В.В. Цетлина из ИМБП. Практически непрерывно работали экипажи на этом пилотируемом комплексе (1986–2000 гг.). За время его существования состоялось 28 основных экспедиций и несколько десятков кратковременных экспедиций посещения. Весь этот период проводились ежедневный мониторинг радиационной обстановки и контроль состояния микробного сообщества, в частности его грибкового компонента, поселившегося на поверхностях интерьера и оборудования в отсеках. Зафиксировано влияние вариаций галактического и солнечного излучений на интенсивность жизнедеятельности и размножения микроорганизмов. Усиление космической радиации может служить ингибитором процессов деления клеток. Таким образом, были подтверждены закономерности, установленные А.Л. Чижевским, и получены важные сведения о характере поведения и развития биологических объектов земного происхождения вне Земли. Как видим, понимание "космической медицины и биологии" вышло за рамки

представлений о жизнеобеспечении человека и биосистем всех уровней сложности в привязке лишь к задачам практической космонавтики – сами эти задачи стали увязываться с достижениями космической экологии. Напомним, что полет на КК "Восток-6" В.В. Терешковой откладывался из-за всплеска солнечной активности.

В последние годы гелиобиология обогатилась энергоинформационными представлениями. Об этом говорил на конференции доктор биологических наук С.В. Зенин. На примере воды он показал, сколь существенно может быть влияние исчезающе малых космических факторов на информационно-фазовое состояние материальных систем разного уровня сложности (от клеточных структур до организмов в целом). Это напомнило о работах 1950–60-х гг. итальянского исследователя Д. Пиккарди, установившего, что гелиогеофизические агенты меняют физико-химические свойства коллоидных растворов, в частности способность воды растворять соли. Поскольку же непрерывным атрибутом живой субстанции является вода, то, как показал С.В. Зенин, любые флуктуации в состоянии пространственной среды тем или иным образом отражаются на качественных характеристиках биосистем, и с новыми знаниями мы по-новому толкуем ранее необъяснимые феномены (в том числе телепатический феномен).

Идеи А.Л. Чижевского получили принципиальное продолжение в многолетней работе кандидата медицинских наук Э.Н. Чирковой примененных высокоточные математические методы для выявления скрытых ритмов в живой и неживой природе и нахождения весьма глубоких и тонких, можно сказать "интимных", ритмических организованных взаимосвязей между явлениями разной природы, обнаружения ранее неведомых гелиобиологических резонансов, что позволило приблизиться к разгадке возникновения жизни на Земле. Значение такого рода работы трудно переоценить.

Наконец, не было забыто и то, что А.Л. Чижевский первым обратил внимание на **структурно-системную организованность** живой крови, обусловленную электрическими и магнитными свойствами ее структурных элементов (возникновение, например, радиально-кольцевых ансамблей из эритроцитов), и заложил основы электрогеомодинамики, способствующей дальнейшему пониманию глубинных механизмов гелиогеофизической обусловленности патологических нарушений в функциях биосистем. Сообщение доктора медицинских наук В.М. Вольской было посвящено предложенной А.Л. Чижевским ранней **доклинической диагностике** онкологических и некоторых других заболеваний. Жаль, что эта его методика не нашла еще применения в гелиобиологических и медико-космических исследованиях.

В поисках механизмов связи живых организмов с космосом А.Л. Чижевский уделил немало внимания, как он говорил, "электричеству жизни" и сделал в этом направлении ряд фундаментальных открытий. Установив биологическое действие отрицательно заряженных частиц воздуха, он сформулировал проблему искусственной аэроионизации урбанизированной среды. Научно-технический прогресс не только облагодетельствовал человечество известным комфортом, но и породил ряд отрицательных следствий, в числе которых "омертвление" воздуха. Атмосфера городской среды не просто загрязнена промышленными и бытовыми отходами – она стала утрачивать свои жизненно необходимые потенциалы. Воздух, которым мы дышим, лишен vitalной "праны", о чем интуитивно догадывались еще древние мудрецы. Утрата электрического заряда воздушной субстанции чревата неблагоприятным исходом для живой природы: ухудшается здоровье людей, наступает преждевременное старение. Проблема обретает планетарный характер. Осознание ее побуждает человечество к поиску технических решений оздоровления воздушной среды. Главное из них предложил А.Л. Чижевский – в дополнение к химической очистке и кондиционированию воздуха **искусственно ионизовать его**. Однако в рыночных условиях решение важной задачи стало искажаться разно-

го рода спекулятивным, инженерно-несовершенным исполнением, от которого еще в 1960-х гг. предостерегал А.Л. Чижевский. Массовый рынок наводнен псевдоаэроионизаторами (в том числе, так называемыми люстрами с непроверенным упоминанием имени ученого), профанирующими великое достижение и уводящими санитарно-гигиеническую практику в сторону. Об этом шла речь на специально организованном **Круглом столе** в ходе конференции.

СОЛНЕЧНЫЙ ПУЛЬС СОЦИУМА

Пожалуй, самым дерзким научным обобщением А.Л. Чижевского был вывод, что космические силы вторгаются в события повседневной жизни огромных масс людей. Человеческие страсти, политические конфликты и социальные беспорядки то вспламеняются сверх меры, то затихают, словно подчиняясь темпераментному "дирижеру" извне. Этим дирижером является Солнце. Усиление и ослабление физических процессов на его поверхности отражается в соответствующих изменениях тех или иных форм жизненной активности социума – на всех уровнях его организации. "Состояние предрасположения" к общественным переменам безотносительно их содержания (это уже вопрос особый) зависит от энергетики внеземных сил – так А.Л. Чижевский писал в своей работе "Теория гелиотараксии" в 1930 г. На-

звание заложеному им новому направлению исследований дали два греческих слова: *гелиос* – Солнце и *тараксио* – возмущаю. Фактически это было рождение космической социодинамики.

Такая точка зрения долгое время подвергалась резкой критике (главным образом по идеологическим соображениям), лишь теперь она стала находить признание. Если жизнедеятельность органического мира биосферы не является процессом самостоятельным, автохтонным (замкнутым в самом себе), а представляет собой результат взаимодействия земных и внеземных сил, то невозможно отстранить от последней жизнь общества. Массовые поведенческие акты в земном социуме, так сказать, модулируются в своем развитии наложенными на них извне колебаниями космических сил, пульсациями "солнечных объятий", в которые заключена наша планета. Таким образом, А.Л. Чижевский, по-видимому, довершил историческую ломку геоцентризма, начатую четыре с половиной века назад Николаем Коперником. Фундаментальному значению "солнечной" историометрии А.Л. Чижевского был посвящен ряд докладов на конференции. "Его теория, – сказал доктор философских наук профессор Гуманитарного института А.В. Водолагин, – нано-

сит сокрушительный удар по антропосоцицентризму, т.е. по метафизическому обоснованию политической власти в любой ее исторической модификации". Солнце не решает социальных проблем – это делает сам человек, оно воздействует на физико-химические и биологические процессы и явления, что затем проявляется в **превращенной форме** в динамике движения социальной материи, главную роль в которой играет субъект деятельности, преследующий свои интересы и цели.

Необходимо дальнейшее, углубленное освоение и развитие идей А.Л. Чижевского в интересах социально-политической практики. Этой теме посвятил свое выступление доктор философских наук А.И. Яковлев, профессор Российской академии государственной службы при Президенте РФ. Корни народных волнений, считает он, находятся в прямой зависимости от социально-экономического развития общества, но ликовые всплески их провоцируются возмущениями солнечной активности. Необходим систематический мониторинг этой связи для прогнозирования особо неприятных ситуаций. Космическая детерминация должна быть принята во внимание социологами и политологами в логике развиваемых ими социальных объяснений, подчеркнул доктор фило-

софских наук, профессор МГУ В.Я. Перминов.

Разумеется, не стоит впадать в крайности и из фактов творить "солнечный монотеизм": Солнце не решает наших проблем. Это неоднократно подчеркивал А.Л. Чижевский: человек наделен сознанием, волей и способен сам перед собою ставить социальные значимые цели, добиваясь их осуществления, однако, вмешиваясь в биологическую жизнь, иницируя разного рода геофизические катаклизмы, наше капризное светило, бесспорно, нарушает и ход общественной жизни, вносит возмущения в индивидуальное поведение – вот это игнорировать нельзя. Последнее не может служить оправданием, когда в благодушно воспринимаемую политиками обстановку неожиданно вторгаются явления, не учитываемые традиционным мышлением. Космизм – это не просто новизна, обусловленная успехами космонавтики и достижениями наукоемкой инструментальной техники, это и новое качество теоретического и практического сознания, основы которого заложены в классических трудах нашего великого соотечественника.

*Л.В. ГОДОВАНОВ,
кандидат философских наук,
вице-президент Российской
академии космонавтики
им. К.Э. Циолковского*

Современная концепция астрономического образования

Е. П. ЛЕВИТАН,

доктор педагогических наук,
член Президиума Российской академии
космонавтики им. К.Э. Циолковского

“Астрономия вовсе не исчерпана сухими цифрами, как это принято думать. Математические формулы, встречающиеся в ней, – это только леса, без которых нельзя было обойтись при постройке великолепного дворца. Пусть леса будут снесены и пусть дворец астрономии предстанет перед нами во всем своем ослепительном блеске... Мы думаем, что в наше время вряд ли найдется такой человек, который был бы настолько мало развит умственно, чтобы основные положения современной астрономии были бы ему недоступны”.

Камиль Фламарион (1842–1925)

ПОДАРОК
К 45-ЛЕТИЮ КОСМИЧЕСКОЙ
ЭРЫ

Люди старшего поколения навсегда запомнили великий день – 4 октября 1957 г., когда в нашей стране впервые в мире был выведен на орбиту искусственный спутник Земли (I ИСЗ). Свершилось то, что казалось невозможным. Мир буквально потрясло известие, что произошло это в нашей стра-

не. Сейчас мало кто помнит, что “Правда” сообщила о запуске I ИСЗ довольно скромно (на второй полосу), но бум возник сразу же (в западной прессе объявили, что началась космическая эра в истории человечества). Примечательной была почти немедленная реакция руководства администрации США: успех русских американцы напрямую связали с фундаментальностью и

эффективностью советской системы образования и оперативно приступили к реформированию системы образования в США...

Незабываемы дни запуска I ИСЗ и полета Ю.А. Гагарина (12 апреля 1961 г.). Это были дни всенародного ликования. Нечто подобное я видел лишь в День Победы...

Блистательное начало эры практической космонавтики открывало перед

астрономическим образованием прекрасные перспективы. Люди, проявлявшие огромный интерес к каждой космической миссии, хотели знать, что такое космос и зачем нужны космические полеты. Сама мысль о полетах к "звездам" возникла из стремления людей узнать, что представляют собой небесные светила, могут ли они влиять на жизнь земная, как устроена Солнечная система и что же такое Вселенная.

Ответы на некоторые из этих вопросов содержались в курсе дореволюционной "космографии", а затем – в курсе астрономии, которая была в советской школе обязательным учебным предметом и входила в аттестат зрелости.

Курс астрономии постоянно совершенствовался на основе новых идей (Земля и Вселенная, 1965, № 1), с большим трудом создавались "параллельные" учебные программы и современные учебники, формировалась система средств обучения с учетом появления информационных технологий (Земля и Вселенная, 2002, № 6). Но в конце 90-х гг. тучи над школьной астрономией угрожающе ступились и потребовалось задуматься о том, как ее спасти (Земля и Вселенная, 2000, № 1).

В результате проведенного реформирования государственного "Стандарта образования" пострадали важнейшие учебные предметы физико-математического цикла и больше других – астрономия. Ее

даже не упомянули (!) в строке "естествознание", куда включили только физику, химию и биологию. Иными словами, "реформа" не была направлена специально против школьной астрономии, но стала одной из роковых ошибок наступившего "сна разума", дисквалифицировать с которым бесполезно. Например, письмо автора в "Учительскую газету", на чьих страницах происходило обсуждение Федерального Закона "О стандарте образования", содержало кратко обоснованную просьбу дополнить этот перечень словом "астрономия", ибо его отсутствие невежественно, непатриотично (I ИСЗ, Ю.А. Гагарин) и чревато беспредельным распространением всех форм современного бессовестного мракобесия. Письмо осталось без ответа...

Означает ли такой "подарок" к 45-летию космической эры гибель школьной астрономии? Уверен, что нет! Но, как и десятилетия назад, астрономической общественности России придется много потрудиться, чтобы астрономии окончательно не изгнали из школы. Необходимо, чтобы ее элементы разумно (а не формально и бессмысленно!) включались в большинство естественных и гуманитарных учебных предметов, чтобы развивались школьная и внешкольная системы дополнительного образования (факультативы по астрономии, начиная с начальной школы;

астрономические кружки и общества, летние школы, конкурсы, олимпиады и т.д.). Сейчас в еще большей степени, чем раньше, **необходима новая научная концепция астрономического образования.** Ее основы были сформулированы автором в 80-х гг. (Земля и Вселенная, 1986, № 5), а затем часто трактовались другими авторами (но не всегда удачно в силу того, что они обычно не являлись достаточно квалифицированными специалистами в области методики преподавания астрономии). А ведь за последние 10–15 лет наметилось перерастание методики преподавания методики преподавания (обучения) астрономии в дидактику астрономии (Земля и Вселенная, 2002, № 4). Дадим ее наиболее строгое определение: **предмет дидактики астрономии включает не только исследование путей и средств обучения астрономии (при обязательном сотрудничестве учеников и учителя), но и теорию и философию астрономического образования, базирующихся на анализе достижений астрономии и космонавтики, а также на принципах и закономерностях общей дидактики и педагогической психологии.**

Дидактика астрономии формируется в период становления новой педагогической парадигмы: традиционную схему "учитель–ученик–учебник" сменяет новая – "ученик–учебник–учитель", возвышающая роль учителя, который превращается из "источника

информации" в умелого и тактичного руководителя учебной деятельностью школьников. В этих условиях от учителя астрономии, методистов (и тем более от "идеологов" астрономического образования!) требуются не только достаточно глубокое знание астрономии и понимание ее мировоззренческих аспектов, но и знание современной педагогики и психологии.

Сущность обновленной концепции

Грамотная разработка проблем астрономического образования, актуальная в связи с необходимостью совершенствования обучения основам астрономии (и космонавтики), невозможна без комплексной исследовательской программы – научной концепции, содержащей целостный теоретико-методологический и программно-целевой подход к развитию современной дидактики астрономии (Земля и Вселенная, 1986, № 5).

Научная концепция астрономического образования включает, прежде всего, общую характеристику достигнутого уровня научного-педагогических знаний в области дидактики астрономии (с обязательным выяснением и сопоставлением существующих точек зрения). Особенно важно дать методологическое обоснование месту, которое занимает (или должен занимать) курс астрономии (или его фрагменты) в учебных планах средних общеобразовательных учебных

заведений. Для этого требуется всесторонний объективный анализ целей и задач, которые призвано решать астрономическое образование. Фундаментальная роль в концепции отводится выдвиганию и обоснованию главной научной гипотезы, а также обобщенной характеристике результатов, ожидаемых от завершения всей исследовательской программы или ее важнейших этапов. Иными словами, научная концепция позволяет взглянуть в будущее, показать перспективу успешного выполнения исследовательской программы, важной не только для дидактики астрономии, но и в целом для педагогической науки и практики обучения и воспитания.

На протяжении десятилетий развитие методики обучения астрономии оставалось на эмпирическом уровне: на основе обобщения передового опыта преподавания разрабатывались те или иные способы изложения отдельных тем или уроков астрономии, ряд предметов учебного оборудования, методика проведения астрономических наблюдений и т.д. "Эмпирическим" было даже совершенствование программы и учебника астрономии, которые долгие годы несли на себе отпечаток системы обучения основам "космографии" и "математической географии". По сути дела, все это составляло содержание необходимого этапа становления дидактики астрономии, благодаря реализации которого в совет-

ской средней школе был самостоятельный (и, повторяю, обязательный для всех!) курс астрономии. Затем настало время определить стратегию дальнейшего методического поиска, чтобы постепенно поднять методику преподавания астрономии на более высокий уровень (Земля и Вселенная, 1985, № 1). Нужно добиться прежде всего развития методики преподавания астрономии как науки. В частности, необходимо выполнить теоретическое обоснование всего учебно-воспитательного процесса, связанного с изучением общеобразовательного курса астрономии. Но для создания "хорошей теории" нужны соответствующие новые идеи и принципы. В первую очередь потребовалось определить стратегию методического поиска и обосновать тезис, согласно которому эта стратегия должна быть сосредоточена на **адекватном переводе общедидактических и психологических идей и концепций на язык методики обучения астрономии как одной из частных дидактик**. Иными словами, нужно перейти от методики преподавания астрономии, дающей пока лишь приближенную картину действий учителя, к методике обучения астрономии (а точнее, к дидактике астрономии), которая призвана дать четкую картину действий учителя и учащихся во всех звеньях учебно-воспитательного процесса. Для этого требуется выйти за рамки привычной узкой об-

ласти "методики" и взглянуть на проблемы астрономического образования более широко – с позиции не только (и, пожалуй, не столько!) астрономической науки, сколько с позиций современной педагогики и психологии. С этой точки зрения заслуживает внимания идея оптимизации учебно-воспитательного процесса (Ю.К. Бабанский)¹.

Таким образом, научная концепция астрономического образования формируется нами с позиций системного подхода и базируется на следующих принципах:

1. Астрономическое образование (включающее ознакомление учащихся и с основами космонавтики) является необходимой и неизбежной в настоящее время составной частью общего образования выпускников школ и других средних учебных заведений.

2. Роль астрономического образования обусловлена:

а) местом современной астрономической науки в системе наук XXI в. (и, в частности, ее взаимосвязью с физикой и философией);

б) исключительным по своей мощи мировоззренческим потенциалом и, следовательно, воспитательными возможностями астрономии как учебного предмета, основной акцент в содержании которого делается на ознакомление учащихся с достижениями астрофизики, внегалакти-

ческой астрономии, космологии и космонавтики.

в) возможностью использования интереса многих учащихся к увлекательному по своему содержанию учебному предмету как мотива к учебе, самостоятельному получению информации из научно-популярных книг и журналов, Интернета и т.д.

3. Принцип отбора учебного материала состоит в следующем: ядро школьной астрономии составляют утвержденные наукой факты, теории и законы, но, учитывая интерес учащихся к гипотезам и до сих пор загадочным небесным явлениям, не следует делать вид, что таковых не существует. (Их, в частности, можно сделать предметом дискуссий во внеучебное время, снимая "запрет" с обсуждения непознанного и способствуя формированию у учащихся собственной научно обоснованной точки зрения.)

4. Главная гипотеза научной концепции астрономического образования состоит в том, что в школе будущего астрономии предстоит играть роль системообразующего предмета, а самостоятельный курс астрономии действительно станет курсом, завершающим естественнонаучное и философское образование учащихся.

5. Исключение астрономии из числа обязательных учебных предметов (и перевод ее в разряд "предметов по выбору") идет враз-

рез с давней педагогической традицией российской школы. Оно не может иметь никакого оправдания и должно рассматриваться как временное явление².

6. Главные ожидаемые результаты:

а) ближайшие: ликвидация астрономической безграмотности выпускников средних общеобразовательных заведений;

б) отдаленные: по мере того как астрономия будет становиться "второй наукой каждого", возрастет число людей, глубоко интересующихся астрономией и не только посвящающих ей свой досуг, но и готовящих себя к работе в тех сферах деятельности, где знание астрономии совершенно необходимо.

7. Основные вводимые и развиваемые понятия астрономии и космонавтики нужно формулировать поэтапно на протяжении всего времени обучения детей в школе. С I класса, используя для этого элементы астрономии (и космонавтики), включаемые в курсы различных учебных предметов, а также систему факультативных и других занятий, относящихся к сфере дополнительного образования.

8. Стратегия научно-методического поиска должна быть сосредоточена на адекватном переводе новейших дидактических и психологических идей и концепций на язык дидактики астрономии, пред-

¹ Ю. К. Бабанский. Оптимизация учебно-методического процесса (методические основы). М., 1982.
² А. Ю. Румянцев. История дидактики астрономии. Магнитогорск, 1999.

ставляющей собой теоретическое обобщение и развитие традиционной методики обучения астрономии

9. Повышение эффективности и качества учебного процесса в условиях быстрого роста астрономической информации и дефицита времени, отводимого на ее изучение, должно основываться на творческом применении теории и методики оптимизации, в рамках которой должны осуществляться:

а) постановка комплексных задач всего курса астрономии, а также отдельных тем и уроков;

б) дифференциация астрономического образования, предусматривающая возможность его получения всеми, и углубленное изучение астрономии теми, кому это интересно;

в) гуманизация школьной астрономии;

г) введение и развитие основных понятий;

д) генерализация учебного материала на основе выделения основных астрономических понятий, теорий, законов, а также анализа наблюдаемых астрономических явлений;

е) систематизация знаний и умений, выбор форм, методов и темпа обучения с возможным учетом современных педагогических и информационных технологий;

ж) выбор предметов учебного оборудования как из "классического" (традиционного) набора, так и из тех, которые появятся в процессе информатизации школьной астрономии;

з) выбор форм и методов проверки усвоения материала и оценки знаний учащихся

Примечание 1. Научная концепция, как видим, содержит не только системное теоретическое обоснование астрономии как учебного предмета, но и предусматривает "прикладные" исследования, без выполнения которых ведущие идеи и принципы обновленной концепции останутся лишь благими пожеланиями.

К числу таких "прикладных" проблем относятся совершенствование содержания и структуры курса астрономии, программы и учебника, комплекса учебного оборудования.

Примечание 2. Следует подчеркнуть, что реализация этой концепции приведет к повышению эффективности обучения учащихся основам астрономии в школе, создаст предпосылки для продолжения астрономического образования после окончания школы (идея непрерывного образования), а также откроет новые возможности для подготовки в вузах учителей астрономии и профессиональных астрономов.

Примечание 3. Реализация данной концепции не возможна без:

– осознания руководством Министерства образования РФ и Российской академии образования актуальности астрономического образования и необходимости разработки соответствующих нормативных документов;

– надлежащей подготовки учителей в педагогичес-

ких университетах, которые должны обучать студентов основам современной астрономической науки, методике обучения астрономии не только старшеклассников, но и учащихся начальной школы;

– непрерывного образования учителей, которым следует уделять должное внимание самообразованию (а в отдельных случаях и включаться в научно-исследовательскую работу в области методики обучения астрономии);

– обеспечения школ необходимым минимумом учебного оборудования.

НЕОБХОДИМОСТЬ УЧЕТА СОЗДАВШЕЙСЯ СИТУАЦИИ

Автор неоднократно подчеркивал, что ликвидация астрономической безграмотности – важная социокультурная проблема, решение которой будет способствовать, в том числе, возрождению потерянной духовности (Земля и Вселенная, 1993, № 3). Однако, добываясь решения этой проблемы, бессмысленно "прятать голову в песок" – будто нет принципиально новой ситуации и все по-прежнему. Некоторые "методические амбиции" придется, к сожалению, резко уменьшить. Речь идет, прежде всего, о следующем:

1. Если мы хотим, чтобы в нынешних условиях с основами астрономии знакомились десятки миллионов, а не тысячи ребят, увлеченных наукой о Вселенной, мы должны предложить "массовой" школе об-

щедоступный и интересный курс астрономии, максимально разгруженный от второстепенных деталей и излишней математизации ("Астрономия для всех"), предоставляя возможность любознательным школьникам изучать эти интересные подробности в системе дополнительного образования.

2. В создавшейся ситуации целесообразно отказаться от перегрузки учащихся и от обязательного для всех решения задач, обычному школьнику вполне достаточно задач и упражнений, включенных, например, в авторский учебник "Астрономия" (М., Просвещение, 8-е издание, 2003)³. А появившиеся в последнее время весьма удачные задачки и сборники дидактических материалов можно с успехом использовать при проведении факультатива "Астрономия в занимательных задачах и вопросах".

3. Прежнее давление на учителей и учеников ("учитель должен", "ученик обязан" и т.д.) необходимо смягчить, сменив тон, который больше подходит для инструкций пассажирам общественного транспорта, на уважительный, приглашающий к сотрудничеству в деле изучения одной из самых увлекательных наук о природе.

4. Как бы ни было соблазнительно опираться на наблюдения в преподавании астрономии, успешно осуществлять это удавалось в основном в сель-

ских школах и школах-интернатах, если там были учителя-энтузиасты. В условиях обычных городских школ вечерние групповые астрономические наблюдения проводить очень трудно и едва ли теперь целесообразно в обязательном порядке. Вряд ли это нужно требовать от учителя, раз астрономия превратилась в "предмет по выбору".

Я понимаю, что подобные соображения могут вызывать протесты энтузиастов, но я и сам из их числа и говорю то, что продиктовано суровой реальностью (которая, убежден, не будет такой вечно!).

минимум минимума знаний

К сожалению, многие выпускники школы (и даже вузов) поражают своей невежественностью в вопросах астрономии, поскольку и за рубежом, и у нас немало тех, кто не знает, что вокруг чего движется – Земля вокруг Солнца или наоборот...

В такой ситуации придется уменьшить амбиции и в отношении того, что "должны знать" школьники, поскольку существующие проекты "Стандартов астрономического образования", пожалуй, "слишком далеки от народа" (и уж совершенно не учитывают новую ситуацию!).

Мы, естественно, хотим, чтобы выпускники любых типов школ хорошо знали астрономию, но теперь может получиться, что они не

будут знать даже ее азов. В этой связи необходимо определить, что сегодня просто нельзя не знать о Вселенной каждому школьнику (а не страстным любителям астрономии), и составить соответствующий перечень вопросов. Назовем его "Минимум обязательных знаний по астрономии" и отметим в нем звездочками те, что не являются обязательными.

МИНИМУМ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ЗНАНИЙ ПО АСТРОНОМИИ

1. Объяснение наблюдаемых астрономических явлений

1. Как и почему происходит перемещение светил на небе в течение суток (днем – Солнца, ночью – звезд, планет, Луны)?

2. Можно ли отличить на небе звезду от планеты?

3. Почему Солнце и Луна кажутся нам на небе одинаковыми по размерам?

4. Почему происходит у нас смена времен года? А на других планетах?

5. Почему Луна меняет свой вид на небе?

6. Почему и при каких фазах Луны происходят солнечные и лунные затмения?

7. Чем объясняется появление комет, "падающих звезд", полярных сияний?

8. Почему с Земли всегда видна одна и та же сторона Луны?

9. Что видно на Луне невооруженным глазом? В бинокль?

10. Что такое "созвездия", и какие из них ты мо-

³Хиты, как известно, немало учителей астрономии в порядке собственной инициативы разрабатывали и проводили контрольные и проверочные работы применительно к данному учебнику.

жешь найти на небе осенью, зимой, весной, летом?

11. Что такое Млечный Путь?

12. Что такое Плеяды, Туманность Андромеды?

II. Солнечная система

1. Каково строение Солнечной системы?

2. Сколько планет в Солнечной системе?

3. Какая из планет самая большая (маленькая), самая близкая (далекая)?

4. Во сколько раз Солнце больше и дальше от нас, чем Луна?

5. Чем отличаются планеты, похожие на Землю, от планет, похожих на Юпитер?

6. "Что такое спутники и кольца планет?"

7. Что такое кометы?

8. Что такое астероиды?

9. Что такое метеориты?

10. Что такое Солнце, и из чего оно состоит?

11. Что происходит внутри Солнца, на его "поверхности" и в его атмосфере?

12. Чем отличается "спокойное" Солнце от "возмущенного"?

13. "Если в 2001 г. был очередной максимум солнечной активности, то когда примерно будет следующий? Как будет меняться вид поверхности Солнца?"

14. Почему с Солнцем связаны на Земле такие явления, как магнитные бури, полярные сияния, сильные грозы?

15. "Каков возраст Земли, Луны, планет, Солнца?"

III. Звезды

1. "Сколько звезд можно увидеть на небе невооруженным глазом?"

2. Что такое звезды, и в чем их отличие от планет?

3. Какие бывают звезды (по сравнению с Солнцем)?

4. Почему звезды мы видим совсем не такими, как Солнце?

5. "Все эти звезды такие "спокойные", как Солнце?"

6. Правда ли, что Полярная звезда – самая яркая?

7. Что можно сказать об истинных размерах и яркости звезды, если известна только ее "звездная величина"?

8. Что ты знаешь о рождении, жизни и смерти звезд?

9. Может ли "обычная звезда" превратиться в нейтронную или даже в черную дыру? А Солнце?

10. "Мерцание – это явление, связанное с прохождением света звезды через неспокойную земную атмосферу. А может ли изменяться блеск самой звезды?"

11. "Что такое двойные звезды, и какую важную информацию о звездах получают астрономы, изучая двойные системы?"

IV. Галактика и Вселенная

1. Как устроена наша Галактика?

2. Где расположено Солнце в Галактике?

3. "Что, кроме звезд, входит в состав Галактики?"

4. "Как движется Солнце (вместе с нами) в Галактике?"

5. Существуют ли галактики, похожие на нашу?

6. Сколько световых лет до самой близкой галактики? А до очень далеких галактик и квазаров?

7. "Могут ли сталкиваться галактики?"

8. Правда ли, что галактики "разбегаются" от нашей Галактики?

9. "Сколько лет Галактике? А нашей Вселенной (Метагалактике)?"

V. Некоторые общие вопросы

1. Что такое астрономия? С какими науками она связана теснее всего?

2. "Нередко смешивают астрономию с астрологией. Правильно ли это?"

3. Чем увековечили себя в истории астрономии Коперник, Бруно, Галилей, Кеплер и Ньютон?

4. Что такое телескоп, радиотелескоп, космический телескоп?

5. Какова связь (взаимосвязь) астрономии и космонавтики?

6. "Что такое космогония? Космология?"

7. "Могут ли астрономы предсказать погоду? Магнитные бури?"

8. Как ты думаешь, почему до сих пор не обнаружены внеземные цивилизации?"

9. Когда началась космическая эра?

10. Когда и какой полет совершил Ю.А. Гагарин?

11. Кто и когда сделал первый шаг на Луне?

12. Летали ли люди на какие-нибудь планеты Солнечной системы?

13. "К каким из небесных тел Солнечной системы долетели автоматические межпланетные станции?"

14. "Можно ли будет когда-нибудь долететь до со-звездия, например, Большой Медведицы? А до Полярной звезды?"

15. Когда начался XXI (и III тысячелетие)?"

Особой проблемой методики преподавания астрономии была и остается целесообразность решения "качественных" и "количественных" задач. Разумеется, решать задачи по астрономии (хотя бы "типовые") полезно, а потому они включены в учебники по астрономии. Но, пожалуй, предпочтение надо отдавать тем "вопросам-заданиям", которые как раз и помогают учащимся лучше усвоить "Минимум знаний". Так, например, при работе со "Школьным астрономическим календарем" (и в связи с возможными самостоятельными астрономическими наблюдениями) учащимся можно предложить следующие задания:

1. Нарисуйте четыре положения Земли на орбите вокруг Солнца (лето, осень, зима, весна) и покажите примерное положение Земли на данный день.
2. Начертите суточный путь Солнца над горизонтом для данной местности и данной даты.
3. Нарисуйте орбиту Луны вокруг Земли. Какое по-

ложение занимает Луна на орбите сегодня?

4. В этом году столько затмений в такие-то даты. Зная фазы Луны в эти дни, скажите: какие это будут затмения?

5. Уменьшается ли число звезд на небе после "звездных дождей", Персеид, Леонид и др.?

Очевидно, можно придумать много других подобных вопросов, обсуждение которых, в буквальном смысле приблизив изучение астрономии к жизни, заинтересует учащихся.

ПРИМЕЧАНИЕ

Отношение ко всякого рода "минимумам" знаний школьников неоднозначное. Считается, что не о чем спорить, если существует "Стандарт астрономического образования", которому надлежит следовать. Существует и другая точка зрения, согласно которой "минимумы" просто вредны, ибо в эпоху непрерывного опережающего образования надо стимулировать не овладение "минимумом", а стремление к более высоким уровням обра-

зования. Абстрактные рассуждения подобного рода обладают определенной привлекательностью и могут быть достаточно строго обоснованы. Но, как говорится, "истина всегда конкретна". В стране, где обучаются десятки миллионов детей (разных по состоянию здоровья, способностям, отношению к учебе, уровню материальной обеспеченности и т.д.), почти нет высококвалифицированных учителей астрономии, а астрономия объявлена "предметом по выбору", декларируемый высокий уровень "Стандарта астрономического образования" пока практически не достигнут и не может быть признан "минимальным". Никто, кроме астрономической общественности, не будет бороться за то, чтобы учащиеся овладевали в школе определенной системой самых важных знаний по астрономии и космонавтике. Но все усилия останутся тщетными, если стратегия и тактика этой борьбы не будут максимально учитывать современную ситуацию, сложившуюся в российском образовании.

Информация

Нобелевская премия по физике в 2002 г. присуждена за работы в области астрофизики

Как известно, эту ежегодную премию получили три исследователя в области астрофизики: два американских и японский.

Реймонд Дэвис из США и Масатоси Косиба из Японии отмечены за открытия в изучении космических нейтрино, а американец Рикардо Джаккони стал лауреатом за разработку приборов, фиксирующих рентгеновское излучение из космоса.

Но если технические установки Дэвиса и Косиба находятся на Земле (точнее под ее поверхностью), то рентгеновские телескопы Джаккони с помощью ракет-носителей выводились в околоземное пространство. Общим же для них является

то, что они открыли грандиозные возможности в изучении новых объектов Вселенной: черных дыр, сверхновых звезд и малоизученных физических процессов в космосе.

Журнал в ближайших номерах подробно рассмотрит каждую из проблем, принесших награды Нобелевским лауреатам 2002 г. в области физики.

По материалам печати

Биосфера в космосе

Г. Б. НАУМОВ,
доктор геолого-минералогических наук
Государственный геологический музей
им. В. И. Вернадского

*"Рассвет точного знания наук,
связанных с изучением нашей планеты и Космоса,
совершенно меняет картину мира".*

В. И. Вернадский, 1926 г.

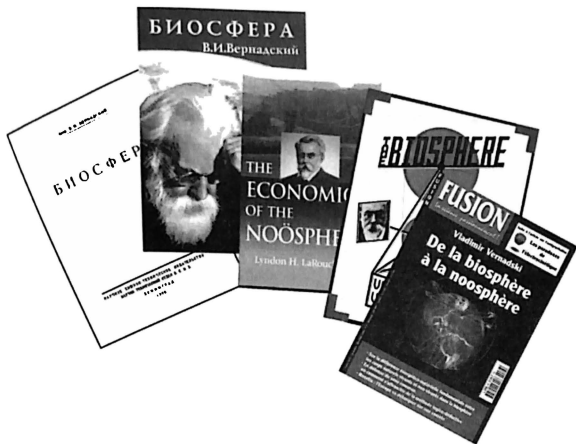
Человек живет в биосфере. Он часть ее. Но вторая половина XX в. знаменательна изменением восприятия человеком окружающего его мира. Мы не только начинаем ощущать, что являемся жителями одной планеты, но и задумываемся над нашими связями с космическим пространством. Это мировосприятие постепенно проникает и в науки о Земле. Мы возвращаемся к идеям, высказанным академиком В.И. Вернадским еще в начале XX в., осознаем их фундаментальность и глубину. Тогда многие высказывания основывались на гениальной интуиции ученого. В новом тысячелетии его идеи продолжают развиваться.

Автор этих строк долгое время работал в Институте геохимии и аналитической химии (ГЕОХИ) им. В.И. Вернадского, выросшем из созданной еще В.И. Вернадским лаборатории биогеохимических проблем, и являлся свидетелем большинства событий, о которых идет речь в статье.

МИРОВОЕ ПРИЗНАНИЕ

"Своеобразным, единственным в своем роде, отличным и неповторимым в других небесных телах представляется нам лик Земли" – такими поэтическими словами начинается первый очерк в фундаментальном труде "Биосфера" Владимира Ивановича Вернадского, озаглавленный им "Биосфера в космосе". Интерес к научному наследию этого оригинального мыслителя быстро растет во всем мире именно сейчас, хотя труды его относятся еще к первой половине прошедшего столетия.

Только русскоязычные поисковые системы всемирной информационной паутины Интернет обнаруживают имя Вернадского на 4354 сайтах, более чем в 19 тыс. документов. Основное внимание обращено на его труды по биосфере и ее переходу в ноосферу. Хотя труд В.И. Вернадского "Биосфера" был впервые опубликован в 1926 г. на русском языке, в 1929 г. на французском, а затем и на других европейских язы-



Первое и последнее русские издания "Биосферы" В.И. Вернадского и английское издание 1998 г. Обложка журнала "Fusion", посвященного Вернадскому, и книги Л. Ларуша "Экономика ноосферы".

ках, он оставался практически незамеченным. Лишь в конце XX в. стало очевидным его фундаментальное значение для решения не только естественнонаучных вопросов, но и актуальной проблемы устойчивого развития цивилизации. Концепция ноосферы В.И. Вернадского приобретает все большую актуальность, к ней начинают все чаще обращаться не только ученые, но и хозяйственники, бизнесмены, политики и журналисты в нашей стране и за рубежом.

В 1998 г. в Нью-Йорке впервые вышло полное английское издание "Биосферы" с

подробными и обстоятельными комментариями¹. В 2000 г. французский журнал "Fusion" напечатал работу В.И. Вернадского "Биосфера и ноосфера", сопроводив ее весьма примечательной вступительной статьей². В ней отмечено, что во Франции В.И. Вернадский всегда считался кабинетным ученым, и только теперь осознается значение его трудов для дальнейшего развития цивилизации. Весной 2001 г. в Таврическом университете (г. Симферополь, Крым) прошла Межгосударственная конференция "Научное наследие В.И. Вернадского в контексте глобальных проблем цивилизации". Примечательно появление в то же время книги основателя Шиллеровского института науки и культуры, американского экономиста и политика Линдона Ларуша "Экономика ноосферы"³, в которой показано, что

¹ Vernadsky Vladimir I. The Biosphere. / Foreword by Linn Margulis and colleagues; introduction by Jacques Grinevald; translated by David B. Langmuir; revised and annotation by Mark A.S. McMenamin. New York: Copernicus, 1998. 192 pp.

² Grenier E. Vladimir Vernadsky. De la biosphère à la noosphère. Fusion N 89, 2000.

³ Lyndon H. LaRouche. The Economics of the Noosphere. EIR News Service, Inc. Washington, D.C., 2001.

методология В.И. Вернадского актуальна для широкого круга современных проблем

Президент Российской Федерации В.В. Путин в выступлении на деловом саммите азиатско-тихоокеанского экономического сотрудничества в ноябре 2000 г. сказал: «Еще наш соотечественник Владимир Вернадский в начале двадцатого века создал учение об объединяющем человечество пространстве – ноосфере. В нем сочетаются интересы стран и народов, природы, общества, научное знание и государственная политика. Именно на фундаменте этого учения фактически строится сегодня концепция устойчивого развития».

ИСТОКИ МЫСЛИ

Ценность работы В.И. Вернадского «Биосфера» не в конкретных фактах – к нашему времени они успели бы устареть. Вернадский сумел увидеть целостность Природы, ощутить связь живого вещества биосферы с ее космическим (неживым) веществом и мировым космическим пространством. Эти области естественнонаучного исследования обычно рассматриваются независимо друг от друга. Вернадский пошел иным путем. «По существу, биосфера, – писал он, – может быть рассматриваема как область земной коры, занятая трансформаторами, переводящими космические излучения в действенную земную энергию – электрическую, химическую, механическую, тепловую и т.д.» (1926). «Картина мира, сведенная к материи и энергии, если мы попытаемся сейчас на нее взглянуть без предубеждения, явно не отвечает действительности» (1920). «Излучениями нематериальной среды охвачена не только биосфера, но и все доступное, все мыслимое пространство. Кругом нас, в нас самих, всюду и везде, без перерыва, вечно сменяясь, идут излучения разной длины волны – от волн, длина которых исчисляется десятимиллионными долями миллиметра, до длинных, измеряемых километрами... Твари Земли являются созданием сложного космического процесса, необходимой и закономерной частью стройного косми-

ческого механизма, в котором, как мы знаем, нет случайностей» (1926)

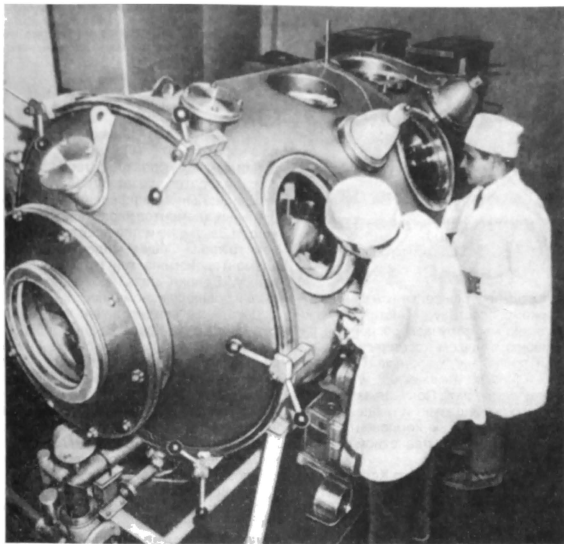
С этих позиций им рассмотрены многие эндогенные геологические процессы, попытки объяснить которые без учета космических явлений не будут иметь успеха. «В геологической истории нашей планеты есть времена большей и меньшей интенсивности геологических процессов... Никакого объяснения этих фактов мы не знаем, но едва ли правильна мысль большинства геологов, что причину ее надо искать внутри планеты. Вернее, она связана с активностью биосферы, с космичностью ее вещества. Причина лежит вне планеты». Эти слова написаны уже позднее, в его труде «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения», над которым он работал, по крайней мере, с 1937 г. и до последних своих дней. Эта, поистине, его «книга жизни» увидела свет уже после кончины В.И. Вернадского. Сама же мысль о связи земного и космического возникла значительно раньше.

Но как подойти к количественному изучению столь различных природных тел с единых позиций и с единой мерой? Вернадский находит такую меру. Все элементы есть везде, но в разных количествах, и это не игра случая, а закон природы. Следовательно, изучая распределение химических элементов в естественных природных телах, мы можем познавать законы, ими управляющие. Это легло в основу отечественной школы геохимии, биогеохимии и космохимии.

Работу ученого продолжили его ученики, взявшие на вооружение геохимический подход не только к земным, но и космическим объектам.

МЕТЕОРИТИКА

Интерес к астрономии, и особенно к метеоритам, возник у Владимира Ивановича еще в детстве, под влиянием бесед с двоюродным дядей, Е.М. Короленко. «Вспоминаются мне темные, зимние, звездные вечера. Перед сном он любил гулять, и я, когда мог, всегда ходил с ним. Я любил всегда небо, звезды, особенно Млечный Путь поражал меня, и я в эти

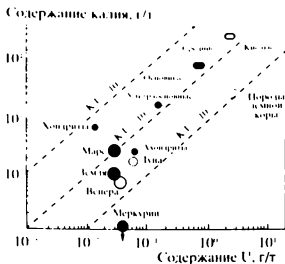


Высоковакуумная камера для приемки лунного грунта. Фото из архива Геологического музея им В.И. Вернадского РАН.

вечера любил слушать, когда он мне о них рассказывал. Я долго после этого не мог успокоиться. В моей фантазии бродили кометы через бесконечное мировое пространство; падающие звезды оживлялись; я не мирился с безжизненностью Луны и населял ее целым рядом существ, созданных моим воображением». — вспоминал он в письме к своей жене Наталье Егоровне. Будучи директором Минералогического музея Акаде-

мии наук, В.И. Вернадский в 1916 г. организовал экспедицию на Дальний Восток, в район падения Богуславского метеорита, в ходе которой был обнаружен железный метеорит общим весом 257 кг. По его инициативе при музее был организован Метеоритный отдел, преобразованный позднее в Комиссию по метеоритам. Владимир Иванович всемерно поддерживал инициативы первооткрывателя Тунгусского феномена Л.А. Кулика по сбору метеоритного материала и комплексному исследованию места падения Тунгусского метеорита.

Но главное не сбор метеоритного вещества, а его целенаправленное геохимическое изучение. Вернадский всегда подчеркивал, что метеориты по своей структуре резко отличны от земных гор-



ных пород, но удивительно сходны по химическому составу. Систематически изучая их, мы получаем бесценную информацию о нашем космическом окружении, поскольку *"химическое единство мира, единство химических элементов есть научный факт"*. Получая из космоса метеоритное вещество и отдавая главным образом газевые компоненты, Земля участвует в межпланетном обмене вещества.

Уже после Вернадского Комиссию по метеоритам возглавил Л.А. Кулик, его сменили Е.Л. Кринов, затем Ю.А. Шуколюков, продолжившие эти исследования уже на изотопном уровне.

ХИМИЧЕСКОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ПЛАНЕТ

Начавшийся во второй половине XX в. новый этап изучения космоса, связанный с выводом за пределы нашей планеты инструментальных датчиков, поставивший на Землю космическое вещество, в нашей стране возглавил академик А.П. Виноградов, ученик Вернадского, медик и химик по образованию, прошедший *"биогеохимическую школу"* своего учителя. Он сумел организовать разработку оригинальных физико-химических датчиков, дающих новую химическую информацию о веществе Солнечной системы и возможность постоянно сопоставлять получаемый материал с результатами геохимического изучения пород Земли.

Соотношения содержания урана (U) и калия (K) в планетах земной группы, метеоритах и породах земной коры практически идентичны, что подтверждает мысль В.И. Вернадского о химическом единстве Вселенной.

Сравнение соотношения калия и урана в коре планет земной группы, на основании данных γ -спектрометров космических аппаратов, позволило установить, что радиальная дифференциация литофильных элементов характерна не только для Земли, но и для всех планет данной группы. Общее содержание этих элементов изменяется от Меркурия к Марсу. Единая мера позволяет выявлять и общие закономерности.

Детальное зондирование химического состава атмосферы Венеры в 80-х гг. XX в. с помощью КА дало богатый материал для моделирования ранних этапов эволюции земной атмосферы, а следовательно, и всей земной коры и биосферы. Исследование лунного риголита привело к выводу о своеобразии первичных пород поверхности Земли, отличных от магматических и осадочных пород более поздних геологических эпох.

Интуиция позволила В.И. Вернадскому задолго до этих открытий нарисовать общую картину *"химии планет нашей Солнечной системы"*. Именно так назывался его последний доклад на XI Менделеевском съезде по общей и прикладной химии. Он констатировал, что планеты земной группы стали формироваться после первичного перераспределения вещества протопланетного облака, в котором основные массы железа сосредоточились в его внутренних частях. С железа, в силу его физических свойств, и началась аккреция, а вся *"дальнейшая дифференциация вещества мантии Земли и других планет на оболочки происходила на фоне существовавшего металлического ядра планеты"*.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПЛАНЕТОЛОГИЯ

По инициативе ученика академика А.П. Виноградова в ГЕОХИ была создана лаборатория сравнительной плането-



тологии. Ее возглавил Кирилл Павлович Флоренский, которого Вернадский называл *"последним учеником"*. Сын удивительного человека, ученого и священни-

Место падения метеорита Куна-Ургенч в 1998 г (масса 1200 кг). Метеорит исследовали как космохимики, так и геохимики. Фото из архива Геологического музея им. В.И. Вернадского РАН.

ка отца Павла Флоренского, участник изучения Тунгусского метеорита, он – составитель и редактор многочисленных посмертных трудов Вернадского. Трагедия отца наложила отпечаток на характер сына, постоянно державшегося в тени. Но как никто другой, К.П. Флоренский чувствовал самые сокровенные мысли своего учителя и постоянно старался воплотить их в жизнь.

В геологии, зародившейся в период господства представлений об огненно-жидком догеологическом состоянии поверхности планеты, исходная протокора относилась к магматогенным образова-



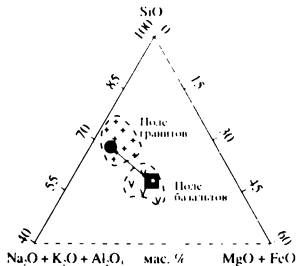
ниям, а появление атмосферы трактовалось как результат дегазации первичной мантии планеты.

Обобщение эмпирического материала, накопленного в сравнительной планетологии, позволило К.П. Флоренскому выдвинуть и обосновать новые представления о дифференциации космического вещества в процессе аккреции, при котором первичные атмосфера, гидросфера и литосфера начали формироваться задолго до его окончания. Ученый писал в 1984 г.: *“В качестве общего свойства материкового вещества планетных тел земной группы, каким оно рисуется на сегодняшний день, представляется его невулканическая природа... Становление всех оболочек гетерофазного планетного чехла происходит в самые первые полмиллиарда лет жизни планеты... В последующие примерно 90% времени жизни планет нарастание (или сокращение?) коры происходит за счет эндогенных процессов”*.

Кирилл Павлович Флоренский, “последний ученик” В.И. Вернадского, основатель и руководитель первой отечественной лаборатории сравнительной планетологии. Обложка Трудов лаборатории К.П. Флоренского.

Эти выводы, имеющие кардинальное значение для рассмотрения всех последующих геологических процессов, до сих пор слабо учитываются при объяснении первичной неоднородности древней коры и ее дальнейшей эволюции. За прошедшее время учениками и последователями К.П. Флоренского получено много новых принципиальных данных. Все они показывают, что метеоритная бомбардировка Земли на последних стадиях ее аккреции привела за счет ударной дифференциации вещества и к формированию коры, отличной по составу от среднего состава исходного вещества, и к накоплению протоосадочных по-

Модель ударной дифференциации вещества (по ОИ Яковлеву) Исходная ультраосновная порода (типа базальта) испаряясь при ударе, дает кондекат резко отличающийся по химическому составу от мишени и ударника, но сходный с кислым гранитом, представляющим собой метаморфизованные осадочные породы



род, и к образованию первичных гидросферы и атмосферы. Консерватизм мышления, привычка рассматривать все геологические процессы как закономерности внутреннего развития самой планеты, без учета воздействия космических сил, в значительной мере сдерживают дальнейший прогресс теоретической геологии и ее практического применения.

АСТРОБЛЕМЫ

Метеориты, падающие на Землю, не только приносят космическое вещество, но и оставляют свой след (греч. *blema* – рана) в структуре земной коры. На начальном этапе истории Земли таких падений было значительно больше, чем сейчас, а потому и метеоритные кратеры, своеобразные “шрамы” на земной коре, возникали значительно чаще (Земля и Вселенная, 1975, № 6; 1990, № 2). “Раны” затягивались, но “рубцы” оставались. Как они влияли на дальнейшую историю?

Развитие геологических структур в каждый момент времени начинается не с нуля, а всегда наследует предшествующие события. При этом два периода активизации может разделять достаточно длительный промежуток относительного спокойствия, и тем не менее предшествующие события в значительной мере определяют ход дальнейших процессов. Данные глубокого бурения и геофизического просвечивания осадочного чехла, полученные в последнее время в ходе разведки нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири, показывают, что крупные геоморфологические структуры хорошо отражают особенности строения фундамента, хотя между ними – несколько километров пород осадочного чехла.

Сейчас среди геологов часто возникают споры о вулканической или импактной природе целого ряда кольцевых структур. Тектонисты не могут удовлетворительно объяснить их возникновение ни с позиций фиксизма, отвергшего горизонтальные движения плит, ни с позиций мобилизма. Возможно, эти структуры унаследовали древние астроблемы, как считают сторонники их импактного происхождения. Если учесть, что структуры, повившиеся за сотни миллионов лет до изучаемых событий, могут оказывать влияние на более поздние процессы (историческая память есть не только в социальном и живом, но и в космос), то многое может стать яснее. Значение полученных здесь ответов и для науки, и для практики трудно переоценить.

ПРОТОПЛАНЕТНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ

Еще в 1888 г. В. И. Вернадский в одном из писем, опубликованном лишь недавно, писал: “Происхождение элементов находится в связи с развитием Солнечной или звездной систем... для этого нужны страшные знания и такой смелый ум, какой, верно, еще не скоро явится”.

Во второй половине XX в. ядерная физика получила эти “страшные знания” и научилась синтезировать многие химические элементы, позволив познать на Земле несоизмеримые с нашим пространством и временем космические процессы. Но один и тот же продукт может быть по-



лучен из разных исходных веществ и по разным технологиям. Результаты работ физиков и химиков-ядерщиков должны быть согласованы с данными космохимии, геохимии и радиогеологии. Идеи и подходы, заложенные Вернадским, успешно развивались в ГЕОХИ РАН – институте, носящем его имя.

Не случайно именно сюда обратился академик Г.Н. Флеров при поисках дальних "островков устойчивости" трансуранических элементов и их следов в природе. И хотя такие следы найдены не были, использование треков индуцированного деления нашло самое широкое применение в практике геохимических исследований метеоритов, горных пород и минералов.

Между нуклеосинтезом и аккрецией шла дифференциация вещества в протопланетном облаке. Основные результаты появились только в самое последнее время, после того как были сконструированы приборы, позволяющие получать непосредственную информацию за пре-

На семинаре 20 февраля 2002 г по ритмичности геологических процессов, посвященном памяти В.И. Вернадского, при обсуждении доклада по дифференциации протопланетного облака выступает астрофизик член-корреспондент РАН М.Я. Маров. Фото из архива Геологического музея им. В.И. Вернадского РАН

делами Земли, и мощные вычислительные средства, дающие возможность объединить эти данные в одну систему. Постепенно становится понятно, что различие в химическом составе планет земной группы и удаленных небесных тел, а следовательно, и их химическая история, связаны с ранними периодами дифференциации вещества в протопланетном облаке. Особый интерес представляют космические органические соединения, которые теперь обнаружены не только в межпланетном, но и в межзвездном пространстве.

В февралю текущего года в Государственном геологическом музее им. В.И. Вернадского прошел междомственный семинар по ритмичности и цикличности геологических процессов. На нем доложено о множестве детальных наблюдений над периодичностью геологических процессов и их общими закономерностями. В осадкообразовании, магматизме, тектонических движениях, минералообразовании – везде фиксируется сложная, но закономерная ритмичность. Собранные вместе, эти материалы представляют большую ценность. Однако традицион-

ные попытки замкнуть геологические ритмы в изолированной системе одной планеты, игнорируя влияние космических полей, явно сдерживают движение вперед в этой области знания, видимо, ждущей еще своего часа.

Какие бы глобальные процессы развития биосферы мы ни взяли – от тектоники плит, разрушительных землетрясений и вулканических извержений до климатических перемен и поглощения солнечной энергии зеленым листом, – мы должны признать, что их понимание не может быть успешным без учета многообразия связей Земли с Космосом, о которых говорил В.И. Вернадский.

Информация

Килауза продолжает извергаться

Гавайская вулканологическая обсерватория, основанная в 1912 г., постоянно следит за поведением самого активного вулкана Гавайских островов – Килауза (1222 м над уровнем моря). О его извержениях говорится еще в древних легендах полинезийских народов, а с 1820 г. их регулярно фиксируют в письменных источниках европейско-американские поселенцы. Вулкан активен десятилетиями, но даже в короткие периоды относительного затишья в вершинном кратере Халемауама не пре-

рестает бурлить озеро раскаленной жидкой лавы.

Этот кратер несколько раз возникал в течение последних 1,5 тыс. лет, а в XVIII в. он породил крупные разломы – две свежие рифтовые зоны, простирающиеся до самых морских берегов. Около 90% поверхности Килауза сложено лавой, возраст которой менее 1,1 тыс. лет, а 70% – моложе 600 лет...

Последнее мощное извержение, начавшееся в 1983 г., сформировало лавовые потоки общей площадью более 100 км². Они уничтожили свыше 200 домов.

В мае 2002 г. на Гавайях наблюдались частые длительные землетрясения. Тогда по западному склону Килауза с высоты около 750 м спустились три мощных языка свежей лавы.

В конце апреля земная поверхность вокруг кратера Пуу Оо резко опустилась, но вскоре начала опять вздыматься, что сопровождалось серией слабых,

но частых толчков, повторяющихся примерно каждые 30 с. Через месяц этот "рой" землетрясений внезапно оборвался. 24 апреля 2002 г. ученые совершили облет вершины и установили, что над ранее спокойной местностью вокруг кратера Пуу-Оо распространяется яркое свечение. В тот же день поток свежей лавы перелился оттуда в близлежащий кратер Пуу Оо...

Слившись, лавовые "реки" спустились по склону Пулама и достигли заповедных лесов Гавайского национального парка. К началу июня 2002 г. полностью выгорело более 1 тыс. га леса. Илюбленное туристами шоссе "Цепь вулканов" пришлось на время закрыть...

Ученые уже 90 лет наблюдают за Килауза – одним из наиболее изученных на Земле вулканов.

Извержение продолжается...

Bulletain of the Global Volcanism Network, 2002, 27, 5

Забутые страницы истории планетариев

Известно, что первым отечественным планетарием является Московский, начавший свою работу 5 ноября 1929 г. А второй?.. В статье авторитетного специалиста по планетариям К.А. Порцевского находим следующее: "В течение двадцати лет Московский планетарий был единственным в нашей стране, пока не открылись планетарии в Костроме, Барнауле, Иркутске и Южно-Сахалинске, потом в Саратове, Горьком и Ярославле" (Земля и Вселенная, 1965, № 2).

Тому, чья профессиональная деятельность связана с планетариями, сразу видно, что порядок указания городов не соответствует хронологии их открытия. В этом несложно убедиться, посмотрев в Интернете, например, сайт Нижегородского планетария, который информирует, что планетарий в г. Горьком, открытый 1 сентября 1948 г., является вторым в стране после Московского. Из других документов в Интернете следует, что Барнаульский

планетарий считает себя шестым по порядку открытия, а Ярославский – пятым. В статье же города перечислены согласно списку, по которому заказывали аппараты в Механической мастерской Московского планетария.

Авторам представляется сомнительной важность полемики о строгой хронологии открытия планетариев. Резонный вопрос: а что считать датой открытия? Дату постройки здания или установки аппарата "планетарий"? Или дату открытия планетария для посещения? Например, летопись г. Пензы из Интернета содержит следующую запись: "1928 год. Открывается обсерватория им. И.Н. Ульянова (Пензенский планетарий)". Очевидно, что речь идет в данном случае не об аппарате "планетарий", а о здании с обсерваторией (учреждении). Но возникает вопрос в связи с указанной датой – 1928 г. Получается, что не Московский планетарий является первым в СССР, а Пензенский? Константин Алексе-

евич Порцевский полагает, что в 1928 г. в здании, где располагались и обсерватория, и метеостанция, действительно мог быть установлен аппарат "планетарий", но не оптический, а стержневой. Ведь аппаратом "планетарий" еще в прошлые века называли модель Солнечной системы: макеты планет, движущиеся вокруг макета Солнца. Именно такой, коперниканский, планетарий построила фирма "Цейс" первым, а потом уже оптический (геоцентрический), показывающий небесные явления так, как они видны с Земли.

Авторы статьи обнаружили сайт, в котором говорится, что в 1940 г. в г. Донской Тульской области открыт планетарий при Музее Подмосковного угольного бассейна!.. Аппарат "планетарий" для него сконструировал и установил в здании бывшей церкви местный изобретатель-самоучка работник Музея М.В. Чистозвонов. Это был второй планетарий в Советском Союзе после Московского.

(В то время во всем мире насчитывалось только 23 планетария)

Такая информация, несомненно, требует проверки и уточнения. Открываем энциклопедию "Города России" и узнаем, что в г. Донской с населением около 35 тыс. жителей действительно существует планетарий.

Интересные подробности мы нашли в книге И. Гладкого и В. Гришина (Донской: Историко-экономический очерк. – Тула: Приокское кн. изд-во, 1979). В 1933 г. решением Наркомпроса РСФСР в г. Донской в здании бывшей церкви на Бобрин-горе был открыт Музей Подмосковского угольного бассейна. В 1935 г. в Музей пришел работать уже известный нам М.В. Чистозвонов, серьезно увлекавшийся астрономией. "У меня зародилась мечта, – писал он в 1940 г. в газете "Горняцкая правда", – о способе более наглядного объяснения происхождения Земли, миров. Одним из таких способов, предложенных мною, и явился планетарий".

Сконструированный им аппарат воспроизводил картину северного звездного неба, по мнению очевидцев, почти с такой же полнотой, как и аппарат Московского планетария. Планетарий на Бобрин-горе позволял видеть движение по небосводу Луны, звезд, планет и комет, восход и заход Солнца, Млечный Путь и т.д. Аппарат фирмы "Цейс" для Московского планетария приобретен в 1928 г. за

156 тыс. рублей, а стоимость аппарата М.В. Чистозвонова составила около 25 тыс. рублей.

М.В. Чистозвонов предложил в качестве звездного зала для планетария использовать помещение Музея с широкой и высокой частью купола бывшей церкви. Идея была поддержана районными и областными властями. На поблекших от времени пригласительных билетах, хранящихся в фондах музея, можно прочитать: "Уважаемый товарищ! Донской райком ВКП(б), Донской районный исполнительный комитет, ЦК союза угольщиков и Музей Подмосковского угольного бассейна приглашают Вас на открытие планетария. Открытие планетария состоится 14 июля 1940 года в 16 часов".

Первую лекцию "Небо науки и небо религии" в Донском планетарии прочитал научный сотрудник Московского планетария И.Л. Шафиркин.

Донской планетарий быстро завоевал популярность. За полтора месяца со дня открытия в его аудитории, рассчитанной на 180–200 человек, побывало 7 тыс. посетителей. В 1955 г. в планетарии установили новую, более совершенную аппаратуру. К концу 1977 г. Музей и планетарий посетило свыше полутора миллионов человек и было прочитано более 15 тыс. лекций...

Как стало возможно в районном городе открытие планетарий в 1940 г.?

Идею создания сети планетариев в больших

городах в довоенные годы активно поддерживали Союз воинствующих безбожников (СВБ) и Всесоюзное астрономо-геодезическое общество (ВАГО). СВБ ставил своей целью идейную борьбу с религией во всех ее проявлениях, и планетарий он рассматривал не только как научно-просветительское учреждение, но и как исполнителя этой политической задачи. Не случайно планетарии часто создавались в бывших церквях, помещения которых к тому же очень подходили для этого. В 1940 г. СВБ насчитывал около 3 млн. членов. Руководил СВБ Е.М. Ярославский. В 1939 г. Правление ВАГО по постановлению физико-математического отделения АН СССР создает специальную комиссию по постройке планетариев.

При таких благоприятных обстоятельствах решались финансовые вопросы строительства планетария в Донском. Е.М. Ярославский лично контролировал ход стройки.

Сеть планетариев в СССР стала динамично развиваться с 1948 г., когда были открыты планетарии в Горьком, Саратове, Томске и Ярославле. Все они вначале располагали точечными (т.е. не оптическими) аппаратами отечественного производства.

К.А. Порцевский, посетивший много лет Московскому планетарию, сообщил нам, что еще в середине 30-х гг. были изготовлены опытные модели аппарата "планетарий". В мае 1941 г. при Москов-

ском планетарии образуются Подсобные производственные мастерские для постройки телескопов, точечных передвижных планетариев, диапозитивов, плакатов и издательской деятельности. В июне 1951 г. они были переименованы в Экспериментально-механическую мастерскую. А еще через десять лет при Всесоюзном обществе "Знание" организовали "Фабрику наглядных пособий и демонстрационной аппаратуры", куда и перешла Экспериментально-механическая мастерская.

В конце 40-х гг. в мастерских Московского планетария была разработана модель точечного аппарата "планетарий" УП-2 ("Учебный планетарий-2"), а на ее основе – модель УП-4. Идея модели принадлежит К.Н. Шистовскому, первому директору Московского планетария, а техническое решение – заведующему мастерской С.Н. Михайлову. Именно эти аппараты и устанавливались в первых планетариях.

В сравнении с УП-4 аппарат М.В. Чистозвонова был более простым, но в

истории отечественных планетариев он занял достойное место.

Авторам очень приятно выразить признательность К.А. Порцевскому, прочитавшему рукопись настоящей статьи и сделавшему важные замечания.

*И.К. МАЛЬШАКОВА,
Ярославский
городской планетарий*

*С.Ф. МАСЛЕНИЦЫН,
кандидат
физико-математических наук
Ярославский государственный
педагогический университет*

Информация

Возобновление полетов к Венере

В июле 2002 г. Европейское космическое агентство (ESA) приняло окончательное решение запустить в ноябре 2005 г. АМС "Венера Экспресс" ("Venus Express"). Данная программа изучения Венеры будет первой после комплекса исследований,

выполненных американской АМС "Магеллан" в 1990–92 гг. с ее орбиты (Земля и Вселенная, 1992, № 5). Как известно, "Магеллан" провела картографирование всей поверхности соседней с Землей планеты с разрешением до 120 м. Предполагается, что в течение 2006–08 гг. АМС выполнит на орбите Венеры большую исследовательскую программу, в частности продолжит ее картографирование с разрешением до 60 м.

Проект "Венера Экспресс" был закрыт в мае 2002 г. из-за нехватки средств и боязни ESA не уложиться в сроки при создании космического аппарата. По-

ложение усугубила большая загруженность ESA текущими космическими проектами, включая подготовку астрофизической обсерватории "Интеграл" (запущена 17 октября 2002 г.), автоматических межпланетных станций "Розетта" (запуск в январе 2003 г.) и "Марс Экспресс" (запуск в мае 2003 г.), а также участие в миссии NASA "Марс-премьер" (запуск в сентябре 2007 г.). Однако многие ученые, политики и общественность встали на защиту миссии, и она была спасена, несмотря на экономические трудности агентства.

Science, 2002, 297, 558

1. Запуски научных спутников*

1. "РХЕССИ" ("RHESSI", США). 5 февраля 2002 г. в 20 ч 58 мин** с борта самолета-носителя L-1011 запущена РН "Pegasus-XL". Ракета вывела спутник на круговую орбиту высотой 583 × 602 км, наклоном 38,04° и периодом обращения 96,4 мин. Старт ИСЗ отложен из-за аварии во время его испытаний (Земля и Веселенная, 2001, № 1). После запуска спутник получила имя Р. Рамати – выдающегося американского специалиста по физике Солнца Центра космических полетов им. Р. Годдарда (шт. Мэриленд).

Астрофизическая космическая обсерватория "RHESSI" (Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager – высокоэнергетический солнечный спектроскоп для получения изображений, КА им. Р. Рамати) исследует ускорение частиц при солнечных вспышках, рентгеновские и гамма-всплески от разных объектов Вселенной. В круг научных задач вошли: изучение эволюции и распространения энергичных частиц во вспышках, нагрева плазмы; определение частоты и местоположения всплеска энергодиффузии,

исследование связи нагрева плазмы с ускорением частиц; получение изображений и спектров рентгеновских (с энергетическим разрешением 3 – 400 кэВ) и гамма-источников (0,4–20 МэВ) с угловым разрешением до 2° на большей части небесной сферы.

"РХЕССИ" оснащена видо-спектрометром (телескоп-спектрометр), созданным в Университете Калифорнии в Беркли. Для построения изображений используется метод модулирующих коллиматоров (получение модулирующего сигнала от источника, т.е. измерение изменяющего свои параметры периода колебаний) с помощью 9 коллиматоров (решеток) и 9 детекторов. Поле зрения телескопа около 1° (два диаметра Солнца) позволяет построить изображение с угловым разрешением 2" (до 100 кэВ) и 7" (до 400 кэВ) для рентгеновского диапазона, при энергии выше 1 МэВ – 36" для гамма-диапазона. Эти величины соответствуют объектам от 1,5 до 27 тыс. км на расстоянии 1 а.е. Детальное изображение строится за 2 с, т.е. в течение 0,5 периода вращения (спутник вращается с частотой 15 об/мин). Детекторы работают в диапазоне от 3 кэВ до 20 МэВ, спектральное разрешение 1–3 кэВ при энергии

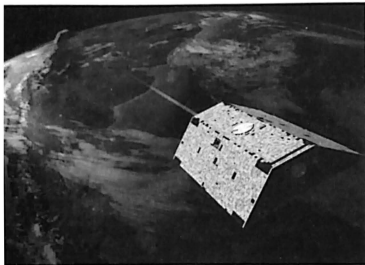
источника 100 кэВ – 1 МэВ. По чувствительности телескоп в 100 раз превосходит аналогичный прибор на американском ИСЗ "SMM" (Solar Maximum Mission – программа изучения Солнца в период максимума активности), запущенный 14 февраля 1980 г.

Спутник имеет форму цилиндра диаметром 1,1 м и высотой 2,16 м (длина четырех раскрытых солнечных батарей мощностью 414 Вт – 5,76 м), масса – 304 кг. Телескоп-спектрометр (длина 1,7 м и диаметр 0,45 м) с детекторами, солнечными датчиками и магнитометром укреплен на служебном модуле. В его состав входят системы терморегулирования, управления, ориентации, энергоснабжения, обработки данных и связи. Емкость бортового запоминающего устройства 4 Гбайт, передача на Землю информации производится со скоростью до 4,1 Мбит/с. Научную программу подготовили ученые США, Швейцарии, Голландии, Франции, Шотландии и Японии. Научный руководитель проекта – доктор Роберт Лин (Университет Калифорнии в Беркли).

Предполагается, что обсерватория "РХЕССИ" за два года работы зарегистрирует несколько десятков тысяч вспышек и получит более ты-

* Продолжение. Начало см.: 1996, № 3; 1997, № 2; 2000, № 4; 2001, № 5; 2002, № 1

** Здесь и далее время дано по Гринвичу.



Связка из двух американско-немецких экспериментальных научных спутников "ГРЕЙС", предназначенных для изучения гравитационного поля Земли. Рисунок Astrium.

сочи их изображений. Стоимость проекта – 85 млн. долларов.

2. "Грейс" ("GRACE-1/2", NASA-DLR). С космодрома Плесецк с помощью российских РН "Рокот" и разгонного блока "Бриз-КМ" 17 марта 2002 г. в 12 ч 21 мин 27 с запущены два американско-немецких научных КА. Спутники вышли на околополярную орбиту высотой 497 × 521 км, наклоном 89,03° и периодом обращения 94,58 мин. Отделившись от разгонного блока ракеты, ведущий спутник "ГРЕЙС-2" и "ГРЕЙС-1" стали удаляться друг от друга со скоростью 0,5 м/с, и через 5 суток расстояние между ними достигло 262 км. В мае 2002 г. началась реализация научной программы полета.

Экспериментальные спутники "GRACE" ("Грация", Gravity Recovery And Climate Experiment – гравитационная регенерация и климатический эксперимент) созданы по совместному проекту NASA и Германского аэрокосмического центра (DLR). Космические аппараты построены немецкой корпорацией Astrium

при участии американской компании Space Systems/Loral, управление проектом и разработку систем осуществила Лаборатория реактивного движения (JPL). Данный проект входит в программу NASA "Науки о Земле". Предполагается в течение пяти лет с помощью спутников определить с высокой точностью параметры гравитационного поля Земли и его вариации, связанные с тектоническими процессами, перемещениями земной коры, льдов, водных и атмосферных масс. Два идентичных КА (после запуска названные "Том" и "Джерри") летят друг за другом на расстоянии около 220 км и ежемесячно определяют гравитационное поле. На основе полученных данных будут созданы карты с разрешением 300 км – в 100 раз точнее используемой. Расстояние между аппаратами измеряется с точностью до 10 мкм (!) с помощью микроволнового дальномера. По изменению гравитационного поля изучают перемещение водных и магматических масс на поверхности и внутри Земли, об-

менные процессы вещества между ледниками и океанами, глубинные и поверхностные течения в океане, измеряют профиль атмосферы путем радиопросвечивания.

КА "ГРЕЙС" (масса 474 кг) выполнены в форме призмы длиной 3,12 м с основанием в виде трапеции (ширина 1,94 м, высота 0,78 м). Основной прибор аппаратов – блок микроволнового дальномера, состоящий из ультрастабильного осциллятора, поставителя входящих частот, приемно-передающей рупорной антенны для межспутникового обмена данными и блока обработки информации. Другие научные инструменты: приемник навигационных сигналов, спиральная антенна для радиопросвечивания атмосферы, две звездные камеры для определения точной ориентации, магнитометр, измеряющие силу ускорений акселерометр и движенье спутников – лазерные уголкового отражатели. Управление полетом спутников и прием данных производят Германский центр управления в Вайльхайме (ФРГ) и Центр управления JPL (США).

Научные руководители проекта: доктор Байрон Тэлл из Центра космических исследований Университета Техаса (США) и доктор Кристоф Райгбер из Исследовательского центра наук о Земле в Потсдаме (ФРГ). Стоимость проекта – 127 млн. долларов.

II. Полеты автоматических межпланетных станций***

1. "Контур" ("Contour", США). AMC запущена с космодрома Кавендерд 3 июля 2002 г. в 6 ч 47 мин 41 с ракетой-носителем "Delta-2". Станция вышла на высокоэллиптическую околоземную орбиту высотой 277 × 110 тыс. км, наклоном 30,2° и периодом обращения около 42 ч.

Межпланетная станция "Contour" (Comet Nucleus Tour – возвращение к кометному ядру) разработана и изготовлена в Лаборатории прикладной физики Университета Дж. Гопкинса (США). Космический аппарат (масса 970 кг) имеет форму восьмигранной призмы диаметром 2,1 м и высотой 1,8 м. На переднем днище укреплена передающая антенна, на заднем – двигательная установка, состоящая из основного двигателя тягой 45 кгс, баков с компонентами топлива емкостью 400 л (находится внутри корпуса) и блока микродвигателей коррекции траектории полета (4) и ориентации (12). Системы навигации и управления включают пять цифровых солнечных датчиков, звездную камеру и два гироскопа, ориентирующих КА с точностью 0,1°. Станция снабжена, кроме основной, тремя антеннами связи, передающими информацию со скоростью до 90 кбит/с. Система обработки данных содержит шесть процессоров алюминиевого устройства общим объемом 4 Гбайт.

На борту AMC установлены две камеры (высокого разрешения и навигационная), анализатор пыли, ИК-спектрометр нейтрального газа и ионов, лазерный дальномер для измерения с разрешением около 6 м расстояния до ядра кометы и магнитометр для измерения напряженности магнитных полей. За 30 мин полета вблизи кометы Энке предполагалось получить изображения ее ядра с разрешением до 4 м, детально исследовать состав газа и пыли комы, ее массу и плотность. Стоимость проекта – 178 млн. долларов.

Научную программу подготовили ученые США, Швейцарии и Германии. Научный руководитель проекта – доктор Дж. Веберка из Лаборатории прикладной физики Университета Дж. Гопкинса.

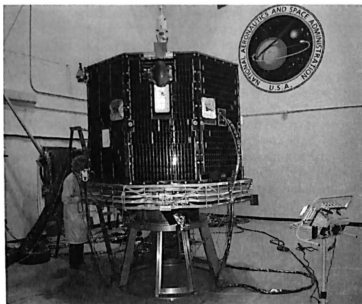
Программа полета предусматривала сближение и исследование не менее двух комет. Первым пунктом его маршрута намечалась комета Энке, открытая в 1786 г. и относящаяся к классу короткопериодических комет. Ее период обращения 3,2 года, это одна из самых изученных наземными методами комет. Поэтому AMC 12 ноября 2003 г. должна была пролететь со скоростью 28 км/с на расстоянии 100–160 км от ядра "хвостатой странницы" и детально его изучить. После этого станция по плану еще трижды возвратилась бы к Земле – 14 августа 2004 г., 10 февраля 2005 г. и 10 февраля 2006 г., чтобы после пертурбационных маневров набрать необходимую скорость и изменить направление дви-

жения. Дальнейший ее путь (по программе) лежит к другой комете того же класса – Швассмана-Валхмана-3 (период обращения 5,41 года), открытой в 1930 г. С этой кометой "Контур" должен был встретиться 19 июня 2006 г. Но после проверки работы бортовых систем и научной аппаратуры 15 августа 2002 г. в 8 ч 49 мин во время работы двигателя твердотопливного разгонного блока, который должен был перевести AMC на межпланетную траекторию полета, произошел взрыв, разрушивший станцию.

2. "Стардаст" ("Stardust", США). AMC запущена 7 февраля 1999 г. Продолжается полет к комете Вилда-2, встреча запланирована на 2 января 2004 г., возвращение капсулы с образцами кометного вещества – 15 января 2006 г. В апреле 2002 г. AMC прошла афелий на расстоянии 1,8 а.е. от Солнца. В декабре 2002 г. станция совершит второй маневр, изменит плоскость орбиты полета. В июле 2003 г. "Стардаст" выполнит второй пролет около Земли и третий раз изменит наклонение к плоскости эклиптики, тем самым завершит второй виток на гелиоцентрической орбите. После этого станция войдет в плоскость орбиты кометы и встретит с ней. К середине августа 2002 г. AMC пролетела 2,4 млрд. км, расстояние от Земли – 238 млн. км.

3. "Нозоми" ("Nozomi", Япония). AMC запущена 3 июля 1998 г. Продолжается незапланированный полет по гелиоцентрической орбите

*** Продолжение. Начало см.: 1995, № 5; 1996, № 3; 1997, № 4; 1998, № 3; 1999, № 3; 2000, № 4; 2001, № 5



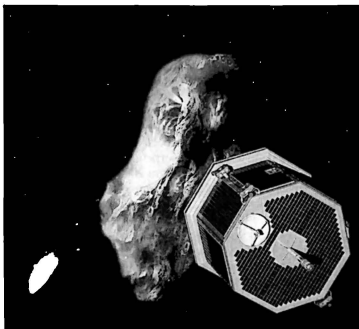
АМС "Контур" перед запуском во время проверки приборов и бортовых систем. Фото NASA

между Землей и Марсом после неудачного маневра 20 декабря 1998 г. Все системы и 14 научных приборов АМС функционируют нормально. Однако 24 мая 2002 г. Институт космических исследований при министерстве просвещения и науки Японии (ISAS)

признал, что связь с аппаратом полностью потеряна (контроль утрачен еще 21 апреля). По мнению японских специалистов, причиной стала мощная вспышка на Солнце, повлекшая резкий скачок напряжения в системе электропитания, что и вывело ее из

строя. Сообщается, что через полгода (когда станция приблизится к Земле) будет предпринята попытка восстановления функций системы. В июне 2003 г. намечен пролет "Нодзоми" (надежда) вблизи Земли. Если связь выладится, то дальнейшее путешествие продолжится по плану: станция, выполнив пертурбационный маневр у Земли, перейдет на траекторию полета к Марсу, а в начале 2004 г. выйдет на его орбиту для исследования.

4. "Mars Odyssey" ("Mars Odyssey", США). АМС запущена 7 апреля 2001 г. Станция вышла на первоначальную орбиту Марса 24 октября 2001 г.: высота 272 × 26818 км, наклонение 93,42° и период обращения 18,6 ч. Постепенно снижая высоту за счет аэродинамического торможения в атмосфере (в 80 раз) к 11 января 2002 г. станция достигла апоцентра 500 км. Затем трижды (11, 15 и 17 января) включали двигатель на торможение и подняли перигеум с 116 до 419 км. После двух маневров АМС вышла 30 января на рабочую солнечно-синхронную орбиту: высота 387 × 400 км, наклонение 93,1° и период обращения 118 мин. На этой ор-



Программой полета предусматривалось, что "Контур" 12 ноября 2003 г. пройдет вблизи ядра кометы Энке, 19 июня 2006 г. пролетит около кометы Шварцмана-Вихмана-3. Все это условно изображено на рисунке (NASA).

Участок поверхности Марса в области Тета Меридиана (земля Меридиана) простирается примерно на 120 км. На оригинальном инфракрасном снимке (мозаика из четырех изображений составлена в феврале – марте 2002 г.), полученном 29 мая 2002 г. тепловым спектрометром АМС “Марс Одиссей”, можно различить иерархию слоев грунта, т.к. горные породы нагреваются по-разному (от -20 до -4 °С). Фото NASA.



бите “Марс Одиссей” будет выполнять программу исследований до 5 августа 2004 г.

С февраля 2002 г. включены все приборы станции, и начались регулярные исследования Марса. К середине августа 2002 г. получены результаты: гамма-спектрометр получил более 100 тыс. спектров элементов грунта; тепловой спектрометр в видимом и ИК-диапазонах – около 200 снимков участков поверхности с разрешением до 18 м; один из датчиков измеряет радиационную обстановку. Главное же: в конце февраля 2002 г. южнее 60° ю.ш. с помощью двух нейтронных детекторов обнаружено, что на двух-трехметровой глубине на площади 10 млн. км² находятся запасы водяного льда. Его объем – 3 тыс. км³ – это примерно объем Ладожского озера (Земля и Вселенная, 2002, № 5). Указания на подпочвенный лед появились уже на снимках “Викингов”, а “Марс Глобал Сервейер” сделал оценку его объема в полярных шапках. К концу мая 2002 г. на основе 320 тыс. измерений составлена первая карта залегаания льда с разрешением 5°.

5. “Марс Глобал Сервейер” (“Mars Global Surveyor”, США). АМС запущена 7 ноября 1996 г. Продолжается картографирование поверхности Марса с орбиты высотой 370 × 430 км, наклоном 92,9° и периодом обращения 117 мин. Основная программа исследований Марса завершилась в январе 2001 г., до 22 апреля 2002 г. АМС работала по дополнительной программе, а затем ее еще продлили до мая 2004 г., чтобы подстраховать “Марс Одиссей” во время посадки марсоходов. Станция ведет наблюдения поверхности и сезонных изменений уже второй марсианский год. Основными задачами продленной программы будут наблюдение возможных мест посадки аппаратов и повторное изучение отдельных районов в то же время года, но спустя марсианский год (687 сут). Получены десятки тысяч снимков с разрешением до 2 м и

миллионы спектров элементного состава пород, измерен рельеф поверхности с помощью лазерного высотомера. Продолжаются геологические и минералогические исследования.

6. “Дип Спейс-1” (“Deep Space-1”, США). АМС запущена 24 октября 1998 г. Станция 22 сентября 2001 г. пролетела со скоростью 16,5 км/с на расстоянии 2171 км от ядра кометы Боррелли (период обращения 6,9 года) и выполнила ее съемку. Ядро имеет размер около 5 км, период обращения – почти 25 ч, альbedo – 4%. Несмотря на серьезные отказы, АМС выполнила не только основную, но и дополнительную программу. 13 декабря 2001 г. последний (200-й!) раз включили ионную двигательную установку, которая в общей сложности проработала 677 сут, изменив скорость станции на 4,4 км/с. Программа завершилась 18 декабря 2001 г. “Дип

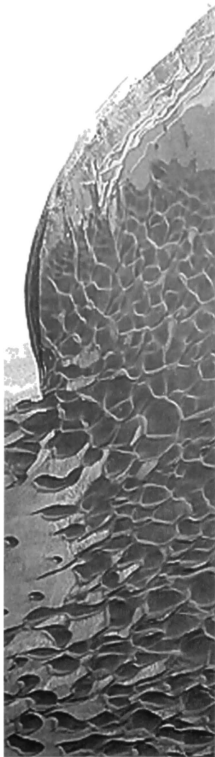
Спейс-1" осталась на гелиоцентрической орбите $1,3 \times 1,44$ а.е., наклонением $0,22^\circ$ и периодом 1,6 года. На станции находится послание иным цивилизациям – компакт-диск с рисунками и письмами американских школьников и участников данного проекта.

7. "Кассини-Гюйгенс" ("Cassini-Huygens", NASA-ESA). АМС запущена 15 октября 1997 г. Станция продолжает полет к Сатурну, в систему его спутников она войдет 1 июля 2004 г. Все 12 научных приборов в рабочем состоянии. В январе 2001 г. АМС "Кассини" и "Галилей" провели исследования Юпитера. Наблюдались мощные полярные сияния в северной приполярной области, где обнаружен таинственный источник рентгеновского излучения, вспыхивающий, как маяк, каждые 45 мин. По мнению ученых, могут пройти годы, прежде чем удастся найти объяснение этому феномену. Возможно, он имеет отношение к всплескам радиоизлучения, испускаемого планетой-гигантом с подобными интервалами. Принят новый план полета: станция совершит

три пролета около Титана – 26 октября, 13 и 25 декабря 2004 г., затем, 14 января 2005 г. – спуск на него. Программа исследований системы Сатурна рассчитана до 2008 г.

8. "Галилей" ("Galileo", США). АМС запущена 19 октября 1989 г. Сейчас станция работает по третьей, продленной (до августа 2003 г.) программе исследований системы Юпитера с его орбиты. С декабря 1995 г. до начала 2002 г. АМС совершила 32 витка вокруг планеты. Следующий продолжался 294 сут, максимальная высота – около 25 млн. км. Проведены исследования во время пролета 6 августа (в 194 км) и 16 октября 2001 г. (в 184 км) над полярными областями Ио (Земля и Веселенная, 2001, № 2), а 17 января 2002 г. – над экватором этого спутника Юпитера. 5 ноября 2002 г. станция пролетела в 160 км от Амальтеи с целью уточнения ее массы и плотности. Последний (34-й) виток "Галилея" завершится в сентябре 2003 г. прямым входом в атмосферу Юпитера.

9. "Улисс" ("Ulysses", ESA-NASA). АМС запущена 7 октября 1990 г. Продолжаются исследования Солнца и околосолнечного пространства. Все научные приборы работают нормально. В период вблизи максимума 11-летнего цикла солнечной активности, в октябре 2001 г., станция пролетела со скоростью 34 км/с над Северным полюсом, достигнув максимальной



На снимке ("Марс Глобал Сервейер", 11 февраля 2002 г.) видны доны в области Северной полярной шапки, разделенные на два блока: со светлыми слоями (верхний) и темными. Показана полоса поверхности Марса длиной 3 км. Фото NASA.

Высохшее русло реки в низменности Nirgal Vallis (долина Нергал), протянувшееся на 420 км вдоль 28 ю ш., к северу от большого бассейна Аргир. Видны светлые дюны и рябь. Снимок передан 29 мая 2002 г. АМС "Марс Глобал Сервейер". Запечатленный на нем участок простирается на 3 км. Фото NASA.



широты – 80.1°. Наблюдались мощные вспышки, корональные выбросы, изменения в короне и гелиосфере. К концу августа 2002 г. "Улисс" находилась на расстоянии 590 млн. км от Солнца, 709 млн. км от Земли, наклонение к плоскости эклиптики 41.1°.

10. "Пионер-10" ("Pioneer-10", США). АМС запущена 3 марта 1972 г. (Земля и Вселенная, 1972, № 4). В марте 2002 г. с ней провели сеанс связи, приуроченный к 30-летию старта. Станция продолжает передавать информацию. Результаты измерений космических лучей свидетельствуют, что она все еще находится в гелиопаузе (пограничный слой между солнечным ветром и межзвездной средой). Очередной радиокontakt с "Пионером-10" состоялся 14 июля 2002 г. (сигнал от станции и обратно шел 22 ч 37 мин). Для этого была использована станция дальней космической связи под Мадридом (Испания). Сигнал оказался чрезвычайно слабым, что неудивительно, учитывая возраст аппарата и расстояние до него. К концу августа зонд находился на расстоянии более 80.8 а.е. от Солнца и двигался относительно него со скоро-

стью 12.24 км/с. От Земли станция уже удалась более чем на 12.2 млрд. км. "Пионер-11" (запущен 6 апреля 1973 г.; Земля и Вселенная, 1973, № 6) также летит к границам Солнечной системы, со связью с ним нет.

11. "Вояджер-1 и -2" ("Voyager-1/2", США). АМС запущены 5 сентября и 20 ав-

густа 1977 г. (Земля и Вселенная, 1978, № 2). Обе станции продолжают передавать информацию, работают 5 из 13 научных приборов. Активных действий с аппаратами в последнее время не проводилось, хотя они сохраняют свою работоспособность. Запасы топлива составляют: на "Вояджер-1" – 30.9 кг, на

"Вояджер-2" – 32,8 кг. "Вояджер-1" к концу августа 2002 г. преодолела расстояние в 14,36 млрд. км, от Солнца ее отделяют 12,54 млрд. км, от Земли – 12,57 млрд. км. Относительно Земли она движется со скоростью 20,97 км/с, а относительно Солнца – 17,23 км/с. Чтобы отправить на КА радиосигнал и получить ответ, требуется 23 ч 17 мин 52 с. Показатели для "Вояджера-2" на тот же момент: пройденное расстояние – 13,47 млрд. км, удаление от Солнца – 9,92 млрд. км, удаление от Земли – 10,28 млрд. км, скорость относительно Земли – 28,57 км/с, скорость относительно Солнца – 15,72 км/с. Чтобы установить с ней связь, требуется 18 ч 34 мин 54 с. Обе АМС покидают Солнечную систему под углами 35° к северу и 48° к югу от плоскости эклиптики.

III. Программа "Спейс Шаттл": хроника полетов****

В 2001 г. состоялось шесть, а в 2002 г. – три запуска кораблей "Спейс Шаттл" (из шести запланированных) по графику сборки Международной космической станции (Земля и Вселенная, 2000, № 6), за исключением полета КК "Колумбия" (STS-109, ремонт КТХ). Во время послеполетной проверки корабля "Индевор" в июне 2002 г. в топливных трубопроводах двигателяльной установки обнаружили микротрещины, возникшие из-за усталости металла. Восста-

новительные работы потребуют времени, поэтому утверждены новый график полетов "шаттлов". Старт КК "Атлантис" (STS-112, программа 9А) состоялся 7 октября 2002 г., "Индевор" (STS-113, программа 11А) – 24 ноября 2002 г.: доставка шестой основной экспедиции и возвращение пятой. Даты следующих запусков перенесены. Новый корабль-спасатель "Союз ТМА-1" (старт 30 октября 2002 г.) доставил на МКС четвертую экспедицию посещения.

110-й полет по программе "Спейс Шаттл". Корабль "Индевор" (программа STS-111) с космодрома на мысе Канаверал стартовал 5 июня 2002 г. в 21 ч 22 мин 49 с. Главная задача – доставка на МКС пятой основной экспедиции и возвращение четвертой экспедиции. Также корабль привез мобильную систему обслуживания, научную аппаратуру, снабдил станцию расходными материалами.

В грузовом отсеке корабля размещались грузовой итальянский модуль материально-технического обеспечения "Леонардо" массой 10557 кг (из них 3600 кг – грузы), канадская мобильная базовая система массой 1600 кг, элемент для замены неисправного звена на канадском манипуляторе "Канадарм-2", шесть российских дополнительных панелей противометеоритной защиты модуля "Звезда" и инструменты для работы в открытом космосе. В модуле "Леонардо" находилось около 200 наименований грузов (на 15 стойках) для

проведения 23 экспериментов в области биологии, медицины, технологии, биотехнологии. В числе грузов – питьевая вода, питание, аптечки, одежда, скафандры, средства фиксации к внешней поверхности станции, оборудование, фотокамеры и телеаппаратура.

Общая стартовая масса ракетно-космической системы составила 2049,5 т (корабль "Индевор" – 116,5 т, при посадке – 99,4 т), общая масса грузов на борту корабля – около 14,6 т.

Международный экипаж корабля состоял из 7 астронавтов: командир – Кеннет Кокрелл (Kenneth D. Cockrell) (5-й полет, 287-й астронавт мира, 179-й астронавт США), пилот – подполковник ВВС США Пол Локхарт (Paul S. Lockhart) (1-й полет, 417-й астронавт мира, 263-й астронавт США), 1-й специалист полета – полковник ВВС Франции Филипп Перрэн (Philippe Perrin) (1-й полет, 418-й астронавт мира, 9-й астронавт Франции), 2-й специалист полета (бортинженер) – доктор Франклин Чанг-Диачия (Franklin R. Chang-Diaz) (7-й полет, 197-й астронавт мира, 118-й астронавт США), 3-й специалист полета – доктор Пегги Уитсон (Peggy A. Whitson) (1-й полет, 419-й астронавт мира, 264-й астронавт США, единственная женщина в экипаже), 4-й специалист полета – полковник ВВС РФ Валерий Григорьевич Корзун (2-й полет, 351-й астронавт мира, 85-й космонавт России) и 5-й специалист полета – Сергей Евгеньевич Тре-

**** Продолжение. Начало см.: 1993, №№ 2, 3; 1994, № 5; 1995, №№ 2, 4, 5; 1996, №№ 1, 3, 6; 1997, № 4; 1998, №№ 1, 3; 1999, № 4; 2000, № 5; 2001, № 5; 2002, №№ 1, 2, 4.

Экипажи четвертой и пятой основных экспедиций и космического корабля "Индевор" (STS-111) на борту МКС (июнь 2002 г.). Первый ряд: Ю.И. Онуфриенко (РФ), Ф. Чанг-Диас, П. Лохарт и В.Г. Корзун (РФ); второй ряд: Д. Бёрш, К. Уолз, Ф. Перрэн (Франция), К. Кокрелл, С.Е. Трещёв (РФ) и П. Уитсон. Фото NASA.



шев (1-й полет, 420-й астронавт мира, 97-й космонавт России).

После нескольких маневров корабль вышел на орбиту стыковки с МКС: высота 377 × 393 км, наклонение 51.64° и период обращения 92.21 мин. Стыковка к гермоадаптеру РМА-2 модуля "Дестини" прошла 7 июня в 16 ч 25 мин. На станцию доставлен экипаж пятой основной экспедиции (МКС-5) – В.Г. Корзун, П. Уитсон (США) и С.Е. Трещёв, который работал на борту МКС до 10 ноября 2002 г. 8 июня в 14 ч 28 мин с помощью манипулятора корабля модуль "Леонардо", находившийся в грузовом отсеке корабля, пристыкован к модулю "Юнити". Утром следующего дня астронавты приступили к разгрузке оборудования и расходных материалов. Пятая основная экспедиция приняла дела у своих предшественников.

9 июня Ф. Чанг-Диас и Ф. Перрэн совершили первый выход в открытый космос. Началась установка на по-

верхности станции экрана для защиты от космического мусора, модернизация канадского робота-манипулятора "Канадарм-2". Защитный экран состоит из нескольких панелей, которыми будут усилены стены российского модуля "Звезда". "Индевор" доставил шесть панелей, через несколько лет их число достигнет двадцати пяти, что необходимо для увеличения безопасности при столкновении с космически-

ми частицами. Пока панели разместили во временном хранилище, в ближайше месяцы они будут укреплены. Кроме того, астронавты приступили к установке канадской мобильной базовой системы – передвижной платформы, благодаря которой манипулятор сможет перемещаться вдоль корпуса МКС по рельсам. Габариты платформы – 5,7 × 4,1 × 2,7 м, масса – 1450 кг; она рассчитана на размещение двух манипу-



Французский астронавт Ф. Перрэн в открытом космосе проводит монтажные работы на канадском подвижном транспортере с платформой "Канадарм-2" МКС. Фото NASA.

ляторов массой по 1700 кг и способна перенести грузы массой до 20,9 т с максимальной скоростью 90 м/ч. Ф. Чанг-Диас и Ф. Перрэн ее распаковали, командир экипажа МКС-5 В.Г. Корзун с помощью "механической руки" переместил к месту установки. Продолжительность выхода составила 7 ч 14 мин.

Ф. Чанг-Диас и Ф. Перрэн 11 июня вновь **работали в открытом космосе**. Астронавты завершили монтаж мобильной базовой системы и подключили к ней электрические кабели. Выход продолжался 5 ч.

Третий выход в открытый космос **совершен 13 июня**. Ф. Чанг-Диас и Ф. Перрэн

ремонтировали канадский робот-манипулятор "Канадарм-2", предназначенный для транспортировки грузов при строительных работах. Продолжительность пребывания в открытом космосе – 7 ч 17 мин.

За восемь дней экипаж выполнил программу по графику сборки МКС (UF-2): перенес 1900 кг привезенных грузов, наладил научные приборы, заменил вышедшую из строя аппаратуру и проверил работу некоторых систем. Во время совместного полета корабля и станции с помощью двигателей "Индевор" трижды повышалась орбита МКС (до 391 x 398 км).

15 июня в 14 ч 32 мин 23 с "Индевор" **расстыковался**

с МКС и перешел на более низкую орбиту – 345 x 392 км. 18-й полет КК "Индевор" **завершился 19 июня** в 17 ч 57 мин 41 с на посадочной полосе № 22 авиабазы Эдвардс в Калифорнии. Длительность миссии – 13 сут 20 ч 34 мин 52 с. На Землю возвратился экипаж четвертой основной экспедиции – Ю.И. Онуфриенко, К. Уолз и Д. Бёрш, их полет продолжался 195 сут 19 ч 38 мин 13 с.

(По материалам NASA, JPL, ESA, Astrium, NASDA и журналов Spaceflight, "Sky and Telescope", "Planetary Report", "Новости космонавтики" за 2001–2002 гг.)

С.А. Герасюкин

Информация

Спутники "Spot-4 и -5" изучают Землю

Европейская космическая система дистанционного зондирования Земли, куда входит научный спутник для изучения природных ресурсов "Spot-4" (запущен в марте 1998 г.), продолжает следить за ее окружающей средой. В задачи полета входят исследования в области экологии и сельского хозяйства по програм-

ме "Vegetation" (рост и развитие растений), созданной учеными Бельгии, Италии, Франции, Швеции и ESA; она предусматривает регулярный глобальный мониторинг состояния растительного покрова и крупных водохранилищ, их биоресурсов. Изменения отслеживаются системой в каждом регионе Земли за сутки.

С запуском в апреле 2002 г. ИСЗ "Spot-5" получить информацию стало проще. Спустя три месяца после обработки и утилизации данные 10-суточных наблюдений в виде стандартных карт любой местности планеты с разрешением 10 м теперь любому пользователю предоставляются бесплатно. Надо лишь обратиться в Центр глобального мониторинга среды и безопасно-

сти ("GMES") в Бельгии (адрес в Интернете: <http://free.vgt.vito.be>). Более свежая информация по-прежнему платная.

Результаты исследований с помощью спутниковой системы широко применяются в различных странах для прогноза урожая, контроля за состоянием посевов, водными биоресурсами с их сезонной и иной изменчивостью. В 2001 г. со спутника "Spot-4" получены изображения площади более 82,5 млрд. км², что в 625 раз превышает общую поверхность земной суши. С тех пор как ввели новый порядок предоставления информации, число пользователей заметно возросло.

Spaceflight, 2002, 44, 2

Нижегородская астрономическая обсерватория

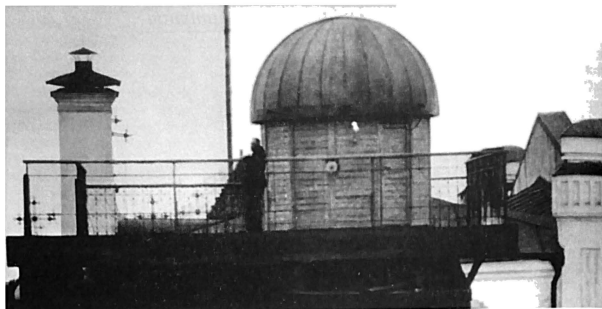
В 1888 г. в Нижнем Новгороде было создано первое в России научное астрономическое общество – Нижегородский кружок любителей физики и астрономии (НКЛФА). Одна из важнейших задач кружка – популяризация знаний о Вселенной. Наряду с активной просветительской работой (издание Астрономического календаря с 1895 г., доклады на научные темы) члены НКЛФА организовали массовые наблюдения небесных объектов и явлений. В 1889 г. у выдающегося астронома Ф.А. Бредихина был приобретен 105-мм телескоп фирмы "Мерц". Этот инструмент часто устанавливался на Благовещенской площади (ныне пл. Минина) перед зданием гимназии, где с 1891 г. размещался НКЛФА. У телескопа часто собирались любознательные нижегородцы.

Но для научных астрономических наблюдений членам Кружка необходима была обсерватория или, на первое время, оборудо-

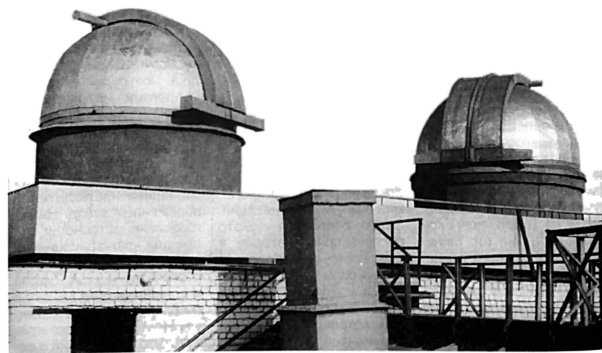
ванная астрономическая площадка. Решение этой проблемы по ряду причин (войны и социальные потрясения) затянулось на три десятилетия... Только в ноябре 1925 г. началось строительство маленькой обсерватории на здании Нижегородского педагогического института. Завершилось оно к маю 1927 г. Это событие отмечено 22 мая торжественным заседанием НКЛФА, где выступили с докладами М.Е. Набоков и В.В. Мурашов, заслушаны приветствия Московской астрономической обсерватории, Московского общества любителей астрономии и других организаций. Затем состоялся осмотр обсерватории, которая к тому времени располагала телескопом-рефрактором фирмы "Цейс" со 130-мм объективом и набором малых астрономических инструментов.

Заведовать обсерваторией было поручено Г.Г. Горяинову, а коллектив наблюдателей из 10 человек

возглавил юный Б.В. Кукаркин. Его активность в наблюдениях и исследовании переменных звезд привела к изданию НКЛФА бюллетеня "Переменные звезды", переросшего в журнал Академии наук СССР. Деятельность нижегородских исследователей переменных звезд высоко оценила мировая астрономическая общность. Бурно развивалось сотрудничество с коллегами не только в СССР, но и с наблюдателями Бабельсбергской, Потсдамской, Гёттингенской, Лионской обсерваторий, с Французской ассоциацией наблюдателей переменных звезд. Нижегородские астрономы повышали квалификацию на стажировках в Пулковской обсерватории у Г.А. Тихова и в обсерватории МГУ под руководством С.Н. Блажко. Необходимо подчеркнуть, что пришедший в астрономию как любитель Б.В. Кукаркин стал всемирно известным ученым, профессором, заведующим ка-



Вид Нижегородской обсерватории в 1927 г



Обсерватория НГПУ–НКЛФА после реконструкции. 1982 г

федрой астрономии МГУ, вице-президентом Международного астрономического союза, членом Лондонского королевского астрономического общества. Его имя носит малая планета № 1954!

После отъезда Б.В. Куркаркина в Ташкент (сентябрь 1931 г.) направления научных исследований обсерватории существенно изменились. С созданием астрономического отделения в Горьковском университете и появлением профессора К.К. Дубровского начали развиваться наблюдения покрытий звезд Луной. Одновременно родилась идея создания широтной станции. Однако 28 августа 1936 г. во время бури, пронесшейся над городом, обсерватория получила серьезные повреждения. Катастрофические последствия удалось ликвидировать только к июню 1940 г.

В послевоенные годы обсерваторию использовали для практических занятий студентов пединститута и университета. Следует отметить, что с обсерватории начинал в 50-х гг. свой путь в большую астрономию студент Горьковского университе-

та, а ныне известный ученый В.Г. Тейфель.

Важным этапом в жизни обсерватории стало создание в 1958 г. на ее базе станции оптических наблюдений искусственных спутников Земли (ИСЗ). Приобретение пединститутом телескопа АВР-3 и приборов для наблюдений ИСЗ. Вплоть до 1972 г. студенты физико-математического факультета пединститута каждую ясную ночь вели регулярные наблюдения ИСЗ и различных небесных явлений.

В 1965 г. профессор В.В. Радзиевский основал в Горьковском пединституте кафедру астрономии и открыл физико-астрономическое отделение на физическом факультете. Назревала необходимость в коренной реконструкции обветшалых сооружений обсерватории. Однако только в 1980 г., когда пединститут возглавил профессор И.Е. Куров, начались работы по сносу старой обсерватории.

Реконструкция обсерватории завершилась в 1982 г., были установлены телескоп АВР-3 и менисковый телескоп фирмы "Цейс". За минувшие 20 лет она стала не только учебной лабора-

торией для проведения астрономических наблюдений студентами Нижегородского педуниверситета. Усилиями преподавателей кафедры астрономии и истории естествознания, членов НКЛФА на ней выполняются разнообразные астрономические наблюдения и исследования в творческом сотрудничестве с Астрономической обсерваторией Киевского университета, отделом геодезии и геофизики Международного центра лунных покрытий в Токио. Институтом прикладной физики РАН и другими центрами астрономических исследований.

Сохраняя и приумножая традиции замечательных земляков-нижегородцев, создавших 75 лет назад обсерваторию, ее нынешние сотрудники уделяют большое внимание популяризации астрономических знаний среди широких масс населения и особенно среди подрастающего поколения – студентов и школьников.

*А. П. ПОРОШИН,
директор Нижегородской
обсерватории
Н. А. КОСТРОВА,
студентка V курса
физического факультета
НГПУ*

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: март–апрель 2003 г.

Март 2003

1	
2	
3	Новолуние (02.6 ч)
4	
5	
6	
7	Луна в апогее, диаметр 29' 29" (16.5 ч)
8	
9	Луна в восходящем узле (19.3 ч)
10	
11	Луна в первой четверти (07.3 ч) Луна в 3° севернее Сатурна (11.7 ч)
12	
13	
14	Луна в 4° севернее Юпитера (23.7 ч)
15	
16	
17	
18	Полнолуние (10.6 ч)
19	Луна в перигее, диаметр 33' 12" (19.0 ч)
20	
21	Весеннее равноденствие (01.0 ч) Меркурий в зенитном соединении (23.6 ч)
22	Луна в нисходящем узле (17.6 ч)
23	
24	
25	Луна в последней четверти (01.6 ч) Луна в 3° южнее Марса (17.7 ч)
26	
27	
28	
29	
30	
31	

Апрель 2003

	Новолуние (19.3 ч)	1
		2
		3
	Луна в апогее, диаметр 29' 25" (04.5 ч) Начало прямого движения Юпитера (05.1 ч)	4
	Луна в восходящем узле (21.6 ч)	5
		6
	Луна в 3° севернее Сатурна (21.9 ч)	7
		8
	Луна в первой четверти (23.7 ч)	9
		10
	Луна в 4° севернее Юпитера (07.6 ч)	11
		12
		13
		14
	Покрытие звезды у Девы Луной (19 ч) Наибольшая элонгация Меркурия 20° E (14.5 ч)	15
	Полнолуние (19.6 ч)	16
	Луна в перигее, диаметр 33' 27" (04.9 ч)	17
	Покрытие звезды α Весов Луной (01 ч)	18
	Луна в нисходящем узле (00.4 ч)	19
		20
	Максимум перпендикулярной звезды у Лебедя	21
	Максимум метеорного потока Лириды (21 ч) Луна в 3° южнее Марса (07.6 ч)	22
	Луна в последней четверти (12.3 ч)	23
		24
		25
	Начало попятного движения Меркурия (21.4 ч)	26
		27
		28
		29
		30

СОЛНЦЕ

Дата	α		δ		45		55		65	
	ч	мин		'	Восход	Заход	Восход	Заход	Восход	Заход
Март 1	22	46.1	-07	50	06.39	17.47	06.52	17.35	07.12	17.15
11	23	23.3	-03	58	06.21	18.00	06.26	17.55	06.35	17.47
21	23	59.8	-00	01	06.02	18.13	06.01	18.15	05.59	18.18
31	00	36.3	+03	54	05.44	18.26	05.36	18.34	05.22	18.49
Апрель 10	01	12.8	+07	43	05.25	18.39	05.11	18.54	04.45	19.20
20	01	49.8	+11	18	05.08	18.51	04.46	19.13	04.08	19.52
30	02	27.4	+14	35	04.52	19.04	04.23	19.33	03.31	20.26

Таблица II

КООРДИНАТЫ И УСЛОВИЯ ВИДИМОСТИ ПЛАНЕТ

Дата	α		δ		m	d	f	Продолжительность видимости			Видимость
	ч	мин	°	'				45°	55°	65°	
								ч	ч	ч	
Меркурий											
Март 1	21	45.3	-15	40	-0.3	5.2	0.89	-	-	-	-
11	22	50.2	-09	43	-0.8	5.0	0.95	-	-	-	-
21	23	58.6	-01	45	-1.8	5.0	1.00	-	-	-	-
31	01	10.6	+07	33	-1.4	5.4	0.93	-	-	-	-
Апрель 10	02	17.7	+15	48	-0.6	6.5	0.63	1.2	1.3	1.2	Вечер
20	03	00.8	+20	08	0.8	8.5	0.28	1.1	1.1	-	Вечер
30	03	08.0	+19	42	3.3	11.0	0.05	-	-	-	-
Венера											
Март 1	20	00.4	-19	34	-4.0	16.1	0.71	2.0	1.5	-	Утро
11	20	49.5	-17	26	-4.0	15.1	0.74	1.7	1.1	-	Утро
21	21	37.5	-14	28	-3.9	14.2	0.77	1.4	0.7	-	Утро
31	22	24.3	-10	49	-3.9	13.5	0.80	1.2	-	-	Утро
Апрель 10	23	10.0	-06	40	-3.8	12.8	0.82	1.0	-	-	Утро
20	23	54.9	-02	10	-3.8	12.3	0.85	0.9	-	-	Утро
30	00	39.6	+02	28	-3.8	11.8	0.87	0.8	-	-	Утро
Марс											
Март 1	17	49.2	-23	26	0.9	6.1	0.90	3.2	2.4	-	Утро
11	18	17.0	-23	34	0.8	6.5	0.89	3.2	2.2	-	Утро
21	18	44.6	-23	26	0.6	7.0	0.88	3.1	2.0	-	Утро
31	19	11.9	-23	02	0.5	7.5	0.88	3.0	1.9	-	Утро
Апрель 10	19	38.6	-22	23	0.3	8.0	0.87	3.0	1.8	-	Утро
20	20	04.7	-21	31	0.2	8.6	0.87	3.1	1.7	-	Утро
30	20	30.0	-20	29	0.0	9.4	0.87	3.2	1.8	-	Утро

КОординаты и условия видимости планет

Дата	α		δ		m	d	l	Продолжительность видимости			Види- мость	
	ч	мин	°	'				45	55	65		
								ч	ч	ч		
Юпитер												
Март	1	08	50.2	+18	38	-2.5	44.3	1.00	12.0	12.7	13.7	Ночь
	11	08	46.6	+18	52	-2.5	43.4	1.00	11.1	11.8	12.6	Ночь
	21	08	44.2	+19	01	-2.4	42.3	0.99	10.2	10.9	11.4	Ночь
	31	08	43.0	+19	05	-2.4	41.1	0.99	9.3	9.9	10.2	Ночь
Апрель	10	08	43.1	+19	04	-2.3	39.9	0.99	8.5	8.9	9.1	Ночь
	20	08	44.5	+18	59	-2.2	38.7	0.99	7.6	7.9	7.8	Ночь
	30	08	47.0	+18	48	-2.2	37.5	0.99	6.8	6.9	6.5	Ночь
Сатурн												
Март	1	05	26.2	+22	07	0.0	18.9	1.00	8.6	9.5	11.5	Ночь
	11	05	27.1	+22	10	0.0	18.5	1.00	7.7	8.6	10.4	Ночь
	21	05	28.9	+22	13	0.1	18.2	1.00	6.9	7.6	9.2	Ночь
	31	05	31.3	+22	17	0.1	17.9	1.00	6.0	6.6	8.0	Ночь
Апрель	10	05	34.4	+22	21	0.1	17.6	1.00	5.2	5.6	6.7	Ночь
	20	05	38.1	+22	25	0.1	17.3	1.00	4.3	4.7	5.2	Вечер
	30	05	42.3	+22	28	0.1	17.1	1.00	3.5	3.6	3.4	Вечер

Пример: вычислить время захода Солнца в Санкт-Петербурге (широта 59°55', долгота 2 ч 01 мин, $n = 3$) 23 марта 2003 г. Интерполируя по таблице с эфемеридой Солнца на указанную дату, получаем среднее солнечное время захода Солнца: 18 ч 19 мин на широте 55° и 18 ч 24 мин на широте 65°. Интерполируя по широте, получаем среднее солнечное время захода Солнца в Санкт-Петербурге – 18 ч 21 мин. Чтобы получить поясное время, нужно из полученного значения вычесть долготу места и прибавить номер часового пояса. В итоге получаем 19 ч 20 мин.

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

Меркурий очень хорошо виден вечером над северо-западным горизонтом в течение почти всего апреля в созвездии Овна.

Венера видна на ярком фоне утренней зари на юго-востоке в созвездиях Козерога и Водолея. Условия видимости ухудшаются, и в апреле Венера видна невооруженным глазом только на юге России.

Марс виден утром на юго-востоке в созвездиях Стрельца и Козерога. На севере России для поисков Марса необходим бинокль или телескоп.

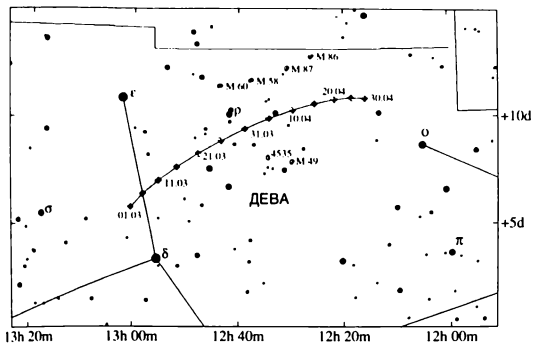
Юпитер великолепно виден практически всю ночь в созвездии Рака рядом со звездным скоплением Ясли, кульминируя высоко на юге незадолго до полуночи. В бинокль или

небольшой телескоп можно увидеть его четыре крупных спутника.

Сатурн хорошо виден вечером и ночью в созвездии Близнецов, кульминируя высоко на юге в вечерние часы. В телескоп видны его кольцо, близкое к максимальному раскрытию, и ярчайший спутник Титан.

ПРОТИВОСТОЯНИЕ ВЕСТЫ

31 марта 2003 г. в противостоянии с Солнцем окажется малая планета Веста – ярчайший астероид неба. Вблизи противостояния блеск астероида превысит шестую звездную величину. Учитывая его достаточную высоту над горизонтом, при хороших погодных условиях и отсутствии засветки неба его можно будет увидеть даже невооруженным гла-



Видимое движение астероида Веста в созвездии Дева с 1 марта по 30 апреля 2003 г.

Таблица III
Координаты астероида Веста

Дата	α		δ		m
	ч	мин	°	'	
Март 1	13	00.4	+05	50	6.4
11	12	55.3	+07	05	6.1
21	12	47.7	+08	23	5.9
31	12	38.8	+09	33	5.9
Апрель 10	12	29.7	+10	26	6.0
20	12	21.8	+10	55	6.2
30	12	16.0	+10	57	6.4

зом. Этому благоприятствует также и то, что противостояние Весты наступит практически одновременно с новолунием. Веста будет находиться в северной части созвездия Девы, в области неба, богатой яркими галактиками.

Ее можно будет легко найти в бинокль или телескоп с помощью звездной карты и эфемериды.

МЕТЕОРНЫЙ ПОТОК ЛИРИДЫ

Вторая половина апреля – время активности единственного большого метеорного потока, хорошо наблюдаемого в северных широтах Земли в весеннее время метеорного потока Лириды. Его активность обычно наблюдается с 16 до 25 апреля, а максимум в 2003 г. ожидается 22 апреля в 21 ч по Всемирному времени. В это время радиант потока, который находится в созвездии Лиры рядом с яркой звездой Вега (α Лиры), поднимется на достаточную высоту над горизонтом. Обычно максимальная активность потока (около 10 метеоров в час) держится около 1–2 часов. В 1982 г. наблюдалась резкая вспышка активности Лирид (до 90 метеоров в час).

О.С. УГОЛЬНИКОВ

Покрытие звезд астероидами в 2003 году

Наблюдение покрытий звезд астероидами – одна из немногих областей астрономии, в которую любители даже со скромным оборудованием могут внести реальный вклад. В течение 2003 года на территории России и стран СНГ ожидается около трех десятков подобных явлений, доступных для наблюдений в бинокль или любительский телескоп. В статье приводится обзор наиболее интересных событий года и рассказывается о том, как сделать свои наблюдения полезными для науки.

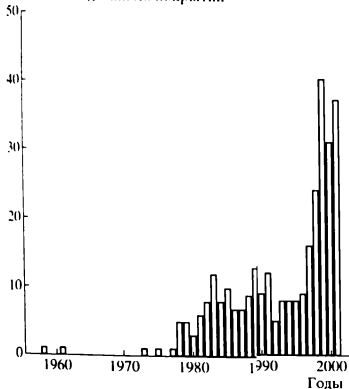
Малые планеты, размеры которых измеряются десятками и сотнями километров, в своем движении по небу иногда затмевают звезды. Диаметры последних оцениваются в сотни тысяч и миллионы километров, но из-за разницы в расстояниях до Земли видимые угловые размеры астероидов (десятые и сотые доли секунды), как правило, превосходят поперечники звезд. Например, малая планета диаметром 100 км, находящаяся в главном поясе астероидов на расстоянии около 200 млн. км (1.3–1.4 а.е.) от Земли, видна под углом в 0.1" дуги. В зависимости от размера астероида и его видимой скорости движения по орбите покрытие может длиться от нескольких до десятков секунд. Измерив этот интервал и зная скорость движения астероида на фоне звезд, можно определить поперечник небесного тела.

Одновременные наблюдения покрытий в нескольких точках на земном шаре – пожалуй, единственный способ получить точные данные о размерах и форме астероидов. Полосы видимости покрытий редко проходят через круп-

ные обсерватории, поэтому любители астрономии смогут составить конкуренцию наземным телескопам и космическим обсерваториям. Наблюдая разные участки пути затмения, можно построить профиль астероида, уточнить его форму и размеры, а возможно, и открыть у него спутник. Специальное оборудование и мощные оптические приборы не требуются – достаточно секундомера и телескопа, подзорной трубы или даже бинокля. Изредка, около трех раз в год, на всем земном шаре происходят и покрытия звезд, видимых невооруженным глазом.

ИСТОРИЯ НАБЛЮДЕНИЙ

Впервые покрытие звезды астероидом наблюдали П. Бьорккунд и С. Мюллер в Швеции 19 февраля 1958 г. Малая планета Юнона затмила звезду 8.2^m в созвездии Ориона. С тех пор в мире зарегистрировано более 300 таких явлений, но всего 8 покрытий звезд ярче 6-й величины (на 1 июля 2002 г.). Следует отметить покрытие к Близнацов астероидом (433) Эрос 24 января 1975 г., которое было зафиксировано несколькими наблюдателями на востоке США. Самой же яркой звездой, покрытие которой удалось наблюдать, остается у Близнацов (блеск 1.9^m). 13 января 1991 г. в Японии и Китае ее затмил астероид (381) Мирха. В Китае исчезновения звезды ждали 3 тыс. человек, но из-за неточности определения орбиты и небольшого размера астероида покрытие увидели всего четверо. 7 апреля 2002 г. на острове Хоккайдо с нетерпе-



лучшем случае на уровне 0.1". Это справедливо для тех малых планет, для которых имеются десятилетние ряды астрометрических наблюдений. Движение же астероидов размером 40–50 км и блеском слабее 13–14^m обычно рассчитывается с точностью до нескольких десятых долей секунды дуги. Координаты звезд ярче 8^m (каталог Hipparcos) известны с ошибкой до нескольких сотых угловой секунды, звезд послабее – от 0.05" до 0.1". В результате неопределенность пути "тени" астероида на Земле может в несколько раз превышать ширину полосы, причем чем меньше диаметр астероида, тем больше ошибка предсказания.

нием ожидали покрытия Поллукса астероидом (55) Пандора, но наблюдениям, как часто случается, помешала погода. По расчетам японцев, в ближайшие 20 лет во всем мире не ожидается покрытий звезд 1-й величины. В 2003 г. самой яркой затмившейся звездой станет β Девы (3.7^m). Ее покрытие астероидом (124) Алкеста можно будет наблюдать в Австралии 24 июня.

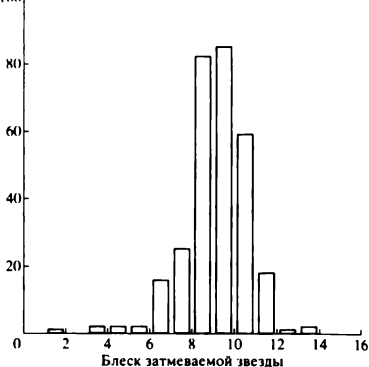
На территории бывшего СССР с 1958 г. зарегистрировано только восемь покрытий: по 2 в Таджикистане, России, Украине и по 1 в Армении и Грузии. Для шестой части суши – просто капля в море! Причина этого – отсутствие своевременной информации для любителей. Будем надеяться, что после этой публикации количество успешных наблюдений возрастет.

Точность предсказаний

Сведения о моментах и зонах видимости покрытий для всего мира на год вперед публикуются Международной ассоциацией регистрации покрытий (International Occultation Timing Association – IOTA). Точность эфемерид астероидов находится, в

обычно за одну-две недели до покрытия делаются точные астрометрические наблюдения астероида, среднеквадратичная погрешность которых составляет 0.05" по обеим координатам. Это примерно в 2, 5, а то и в 10 раз лучше ошибки эфемерид. В результате полоса видимости уточняется и может заметно сместиться от ранее предсказанной. Так, например, после уточнения орбиты астероида (1467) Машона прогноз полосы покрытия 9 ноября 2001 г. звезды 10^m сместился на 0.5" при угловом диаметре астероида на момент явления 0.06". Это около тысячи километров!!! Вместо прогнозируемого ранее пути над Западной Сибирью он прошел над центром европейской части России. Аналогично, покрытие 1 декабря 2001 г. звезды ξ Овна астероидом (2009) Волошина, диаметр которого примерно 34 км (0.023"), всего за неделю до события ожидалось в Архангельске и Петрозаводске, а наблюдения астероида "сдвинули" путь на 0.4" – в Шлифберген и Исландию. Никто в мире это явление так и не смог увидеть.

Следует отметить, что раньше (до появления каталогов Hipparcos и Tycho)



ситуация с предсказанием полос покрытий обстоит еще хуже. Так, могло поступить сообщение, что покрытие звезды 100-км астероидом будет наблюдаться в пределах зоны шириной 500 км с вероятностью 20% в каждой отдельно взятой точке. Для того чтобы наверняка увидеть такое покрытие, надо было расставить пятерых наблюдателей с шагом 100 км поперек полосы. Когда же погрешность полосы уменьшается до 200 км, то вероятность увидеть покрытие в любой точке внутри этой зоны возрастает приблизительно до 50%, а за ее пределами резко падает. Поэтому в идеале можно разместить тех же пятерых наблюдателей уже с шагом в 50 км, что позволит более подробно зафиксировать профиль астероида. С распространением Интернета появилась возможность координировать совместные усилия многих наблюдателей, в том числе использовать возможности мобильных любителей астрономии с переносными телескопами. В результате количество успешно наблюдавшихся покрытий в среднем за год в мире увеличилось с 8–10 (1982–1996 гг.) до 30–40 (1999–2001 гг.).

покрытия в России и СНГ в 2003 г.

В таблице приведены обстоятельства покрытий звезд ярче 10^m астероидами диаметром более 40 км, видимых с территории России и стран СНГ. Всего таких покрытий ожидается 30. Номера звезд указаны по КATALOGУ Смитсоновской астрофизической обсерватории.

Покрытие 6 января астероидом (449) Гамбурга.

Звезда 10^m в созвездии Девы, на продолжении линии SAO 119242 – SAO

119239, в вершине характерного почти равностороннего треугольника с еще двумя слабыми звездами. Под утро – высоко на юге. Область видимости – Прибалтика, Белоруссия, север Украины, Черноземье, юг Поволжья, запад Казахстана (в сумерках).

6 января на северо-западе России и в Прибалтике сложится уникальная ситуация: в течение 10 мин можно будет наблюдать покрытия звезд 9^m и 8^m !

Покрытие 6 января астероидом (126) Велледа.

Звезда 9.3^m в созвездии Близнецов, в $20'$ от SAO 78876 (7.0^m), в вершине почти равностороннего треугольника с двумя звездами 8.5 – 8.7^m . Область видимости – весь север России: Камчатка (утром 7 января местного времени), арктическое побережье, Архангельск, Санкт-Петербург (вечером 6 января).

Покрытие 6 января астероидом (51) Немауса.

Звезда 8.1^m SAO 113086 в созвездии Ориона, в 3° к западу от Бетельгейзе и в $6'$ от SAO 113080 = HIP 26992 (7.2^m). Область видимости – Приморье (утром 7 января), юг Сибири, Екатеринбург, Пермь, Вятка, Вологда, Санкт-Петербург.

Таблица

Дата	Время (UT)	Астероид (номер, название)	Длит. (с)	Звезда		Координаты (2000 г.)		Пад. за в	Луна	
				Обозначение	Блеск	α	δ		рас	Φ
янв. 06	03 : 06-03 : 12	(449) Гамбург	7.7	TYC 0283-01002-1	10.06	12°08'08.44"	+03°07'53.3"	3.4	145	12
янв. 06	16 : 31-16 : 42	Велледа	3.9	TYC 1902-01783-1	9.34	06°55'14.58"	+27°34'32.5"	3.2	130	16
янв. 06	16 : 36-16 : 51	Немуса	15.8	HIP 27029	8.12	05°43'59.51"	+06°54'54.7"	2.7	110	16
янв. 11	03 : 36-03 : 40	Батильда	9.1	TYC 0231-00063-1	7.73	09°25'22.50"	+04°17'08.1"	4.8	114	56
янв. 29	12 : 58-13 : 10	Велледа	6.1	TYC 1887-01147-1	10.05	06°33'09.58"	+27°42'56.7"	3.1	175	10
янв. 31	09 : 02-09 : 12	Бенда	22.4	TYC 1841-00562-1	9.97	04°31'09.27"	+29°18'03.3"	4.7	133	1
фев. 02	14 : 38-14 : 40	Ирида	6.9	HIP 2548 (51P/с)	5.70	00°32'23.78"	+06°57'19.7"	4.1	44	2
фев. 13	19 : 40-19 : 50	Герлеида	13.4	TYC 4814-00668-1	9.01	07°06'02.27"	-01°18'13.1"	4.7	27	88
мар. 13	19 : 37-19 : 40	Тизи	7.2	TYC 0156-00065-1	9.55	06°50'28.47"	+05°33'03.8"	3.9	23	74
мар. 14	12 : 25-12 : 35	Матильда	16.8	HIP 36212	7.23	07°27'25.96"	+15°18'59.0"	8.5	15	80
мар. 20	17 : 16-17 : 22	Светлана	4.0	HIP 49329	6.54	10°04'08.43"	+03°12'03.8"	9.4	60	92
мар. 23	09 : 39-09 : 44	Интералия	66.2	HIP 36189	6.74	07°27'09.12"	+11°57'18.0"	5.0	138	68
мар. 27	17 : 05-17 : 07	Прозерпина	3.2	TYC 1815-00827-1	9.69	04°13'05.61"	+23°05'22.6"	3.6	117	24
апр. 02	17 : 53-17 : 56	Изида	4.6	HIP 27017	8.99	05°43'49.74"	+26°25'34.8"	4.2	64	1
апр. 11	16 : 43-16 : 48	Денза	5.5	TYC 1470-00163-1	9.60	13°53'51.20"	+17°41'44.3"	4.1	68	68
апр. 15	21 : 00-21 : 20	Элизабета	72.6	TYC 5649-00851-1	9.50	17°16'39.42"	-09°29'48.8"	3.9	67	98

Дата	Время (UT)	Астероид (номер, название)	Длит. (с)	Звезда		Координаты (2000 г.)			Пад. зв. в		Луна	
				Обозначение	Блеск	α	δ	рас.	Ф.			
май 05	14 : 13-14 : 15	Зерниона (79)	5.2	TYC 5557-01335-1	8.21	14°03'53.88"	-11°16'22.7"	3.8	123	14		
июль 12	11 : 46-11 : 47	Халдея (313)	3.7	HIP 60655	7.61	12°25'54.81"	+04°11'59.1"	6.0	88	98		
авг. 26	21 : 39-21 : 42	Бертольда (420)	11.9	TYC 5757-00353-1	8.67	20°54'47.41"	-08°10'52.3"	4.9	164	1		
сеп. 01	21 : 15-21 : 18	Хлоя (402)	4.3	TYC 5837-00702-1	8.90	23°58'53.49"	-12°46'42.1"	4.2	126	32		
сеп. 11	18 : 50-18 : 52	Мелибия (137)	7.5	TYC 0727-00142-1	9.00	05°52'12.84"	+13°23'30.1"	5.1	86	99		
сеп. 15	12 : 25-12 : 35	Помона (32)	12.1	TYC 5771-00816-1	9.82	21°07'33.92"	-08°23'26.4"	2.1	90	79		
окт. 03	15 : 00-15 : 15	Анакостия (980)	15.0	TYC 2820-01170-1	8.90	01°58'25.81"	+39°42'21.1"	2.5	111	59		
окт. 18	00 : 35-00 : 50	Вест (2022)	5.4	HIP 26601	7.70	05°39'15.15"	+30°09'02.0"	8.4	23	55		
окт. 31	20 : 08-20 : 15	Мениппа (188)	3.3	TYC 1221-01110-1	9.61	02°20'06.71"	+21°29'57.7"	3.2	97	46		
нояб. 17	23 : 20-23 : 30	Янте (98)	12.6	HIP 27946	8.40	05°54'50.05"	+47°07'51.2"	4.2	66	42		
нояб. 29	16 : 42-16 : 52	Дженни (607)	4.5	TYC 2355-00193-1	9.80	03°39'16.87"	+30°04'45.3"	4.0	96	39		
нояб. 30	16 : 50-17 : 00	Амелла (198)	10.2	HIP 4705	7.33	01°00'29.66"	+18°41'29.7"	4.0	46	50		
дек. 22	21 : 43-21 : 50	Альфоксина (925)	4.2	HIP 23799	6.31	05°06'49.56"	+43°10'28.9"	5.7	162	0		
дек. 31	12 : 42-12 : 54	Мирнам (102)	8.8	TYC 1296-01300-1	7.50	05°22'23.47"	+16°07'21.9"	5.2	59	61		

Комментарии. Даты приведены по Всемирному времени (UT). С 29 марта по 25 октября Московское время «UT + 4»; зимой «UT + 3». Длит – максимальная длительность покрытия (в центре лотоса); Пад. зв. в. – падение звездной величины во время покрытия; Луна рас. – расстояние до звезды (градусы); Ф. – фаза (проценты)

бург (вечером 6 января). Одно из интереснейших событий года – пролет астероида диаметром 147 км, который можно наблюдать вблизи ряда крупных городов, включая Владивосток, Иркутск, Красноярск, Новосибирск.

Покрытие 11 января астероидом (441) Батильда

Звезда 7.7^m SAO 117679 в созвездии Гидры, в 2° от границы с Львом и Раком. Область видимости – Волгоград, Украина, юг Белоруссии. Под утро на юго-западе невысоко над горизонтом. Гораздо лучшие условия наблюдения будут в Западной Европе и США.

Покрытие 29 января астероидом (126) Велледа.

Звезда 10^m в созвездии Близнецов, у границы с Возничим, в 33' от 49 Возничего (5.0^m) и в 7' от SAO 78480 (7.5^m). Область видимости – Южный Сахалин, Приморье. Очень высоко над юго-восточным горизонтом вблизи полуночи.

Покрытие 31 января астероидом (734) Бенда.

Звезда 10^m в созвездии Тельца, в 50' от SAO 76654 (5.7^m), в вершине треугольника с SAO 76644 и SAO 76630 (8.5–9^m). Область видимости – Дальний Восток, Приморье. Очень высоко над южным горизонтом вечером в конце сумерек.

Покрытие 2 февраля астероидом (7) Ирида.

Звезда 5.7^m 51 Рыб – единственная звезда ярче 6^m, затмеваемая в России в 2003 г. Астероид имеет блеск 9.6^m и диаметр 200 км. Область видимости – центр России (Москва в сумерках), Казань, Пермь. Чем дальше на восток, тем небо будет темнее, но явление все ниже над горизонтом.

Покрытие 13 февраля астероидом (663) Герлинда.

Звезда 9.0^m SAO 134182 в созвездии Единорога, в 17' от SAO 134179 (7.7^m). Область видимости – Туркмения, север Каспия, Волгоград, Москва, Санкт-Петербург. Довольно высоко над южным горизонтом. К сожалению, почти полная Луна рядом – в Близнецах.

Покрытие 13 марта астероидом (258) Тихе.

Звезда 9.5^m в созвездии Единорога, в 7' от SAO 114487 (6.7^m). Область види-

мости – Украина, Белоруссия, центр России. Довольно высоко над юго-западным горизонтом. Луна (фаза 0.75) рядом – в Близнецах.

Покрытие 14 марта астероидом (253) Матильда.

Звезда 7.2^m SAO 96914 в созвездии Близнецов. Область видимости – запад и центр Сибири (вечером в сумерках, высоко над горизонтом). Астероид будет находиться вблизи точки стояния и медленно двигаться на фоне звезд, поэтому ожидаемое время явления – от 12:25 UT на юге Сибири до 12:35 UT на севере. Луна (фаза 0.80) рядом – в Раке. Звезда двойная, более слабый компонент 8.6^m в 2.5" от затмеваемого.

Покрытие 20 марта астероидом (882) Светлана.

Звезда 6.5^m 13 Секстанта. Область видимости – Казахстан, Южный Урал, северо-запад России (вечером в сумерках). Астероид небольшой, 43 км в диаметре.

Покрытие 23 марта астероидом (704) Интерамния.

Звезда 6.7^m SAO 96908 в созвездии Малого Пса у границы с Близнецами, в 40' к западу от 6 Малого Пса (4.9^m). Область видимости – юг Приморья (в сумерках), Япония. Условия видимости не очень благоприятные, зато это самый большой из астероидов, покрытие которым может произойти в России в 2003 г. (диаметр 316 км).

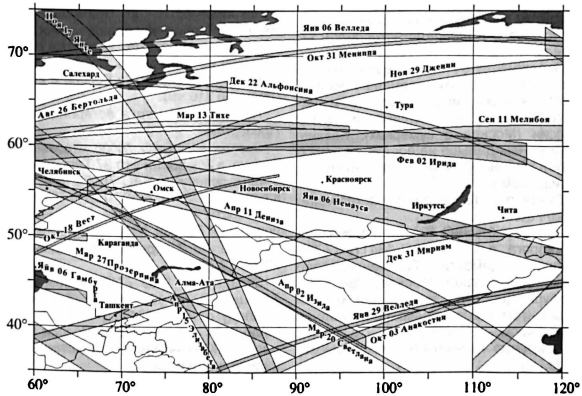
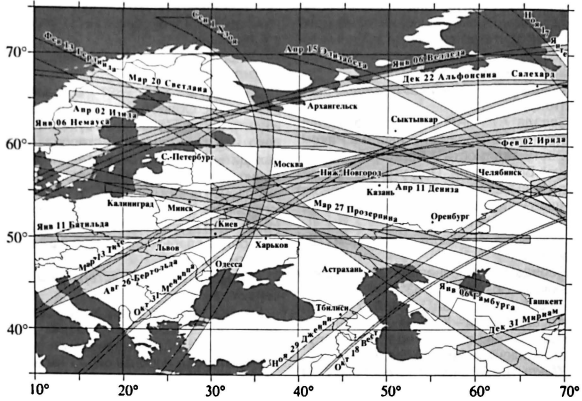
Покрытие 27 марта астероидом (26) Прозерпина.

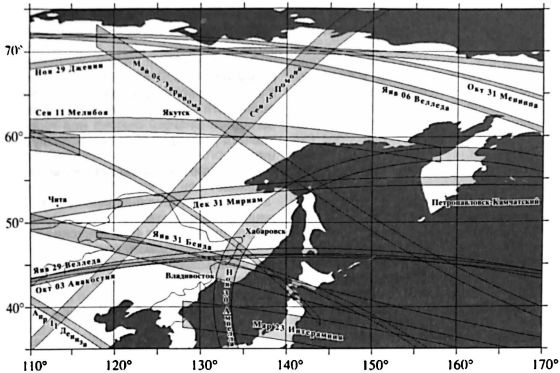
Звезда 9.7^m SAO 76506 в созвездии Тельца, в 2° к востоку от 37 Тельца (4.5^m), в 40' к северу от SAO 76505 (6.2^m) и 8' к северу от SAO 76507 (8.7^m). Область видимости – Белоруссия (в сумерках), центр и юг России, Казахстан.

Покрытие 2 апреля астероидом (42) Изидида.

Звезда 9.0^m SAO 77468 в созвездии Тельца, в 1° от 125 Тельца (5.0^m) и 15' к западу от SAO 77494 (7.4^m). Область видимости – северо-запад России (в сумерках), Южный Урал, Казахстан. В западной части неба.

Покрытие 11 апреля астероидом (667) Дениза.





Расчетные зоны видимости явлений в 2003 г. на территории России (а – европейская часть, б – Сибирь, в – Дальний Восток).

Звезда 9.6^m SAO 100756 в созвездии Волопаса в 5.5° к западу от Арктура, в 45' к югу от η Волопаса (2.8^m) и в 17' к юго-востоку от 7 Волопаса (5.7^m). Область видимости – юг Урала и Западной Сибири вдоль границы с Казахстаном. Высоко в южной части неба.

Покрытие 15 апреля астероидом (412) Элизабета.

Звезда 9.5^m SAO 141584 в созвездии Змееносца у границы со Змеей, в 5.5° к западу от μ Змееносца (4.6^m), в 2° к северо-востоку от SAO 160324 (5.6^m) и 23' от SAO 141578 (7.1^m). Область видимости – Казахстан, юг Западной Сибири, Урал. Астероид будет находиться вблизи точки стояния и очень медленно двигаться на фоне звезд, поэтому ожидае-

мое время явления – от 21:00 UT в Казахстане до 21:20 UT на севере Урала. По местному времени наступит 16 апреля. Невысоко над горизонтом в южной части неба.

Покрытие 5 мая астероидом (79) Эвринома.

Звезда 8.2^m SAO 158317 в созвездии Девы, в 20' к югу от SAO 158312 (7.3^m). Область видимости – Сахалин, Дальний Восток. Над южным горизонтом.

Покрытие 12 июля астероидом (313) Халдея.

Звезда 7.6^m SAO 119391 в созвездии Девы, в 1.6° к северо-востоку от 16 Девы (5.1^m). Область видимости – Приморье (в сумерках), Сахалин. В западной части неба.

Покрытие 26 августа астероидом (420) Бертольда.

Звезда 8.7^m SAO 144929 в созвездии Водолея, в 1° к северо-востоку от μ Водолея (4.8^m). Область видимости – Украина, Белоруссия, центр России. В полосу покрытия астероидом (диаметр 141 км)

попадает много крупных городов. Приятное явление, хотя и невысоко над южным горизонтом.

Покрытие 1 сентября астероидом (402) Хлоя

Звезда 8.9^m SAO 165978 в созвездии Кита у границы с Водолеем, в 6° к юго-западу от Кита (3.6^m) и 50' к востоку от SAO 165956 (6.8^m). Область видимости – Украина, центр и запад европейской части России, возможно Белоруссия. Событие произойдет 2 сентября в 1 ч 16 мин по Московскому времени. Низко над горизонтом в южной части неба.

Покрытие 11 сентября астероидом (137) Мелибоа.

Звезда 9.0^m SAO 94941 в созвездии Тельца у границы с Орионом, в 6' севернее Бетельгейзе, в 45' южнее 137 Тельца (5.6^m) и 8' восточнее SAO 94933 (8.8^m). Область видимости – Центральная и Восточная Сибирь (под утро 12 сентября по местному времени). На востоке невысоко над горизонтом.

Покрытие 15 сентября астероидом (32) Помона.

Звезда 9.8^m в созвездии Водолея, в 6.5° к юго-западу от β Водолея, 3 севернее γ Водолея (4.5^m) и в 10' к югу от SAO 145118 (6.9^m). Область видимости – Восточная Сибирь, Дальний Восток. Довольно высоко в южной части неба.

Покрытие 3 октября астероидом (980) Анакстия.

Звезда 8.9^m SAO 55153 в созвездии Андромеды, в 1.4° к юго-востоку от 55 Андромеды (5.6^m). Область видимости – Сахалин, Приморье. Очень высоко над горизонтом.

Покрытие 18 октября астероидом (2022) Вест.

Звезда 7.7^m SAO 58292 в созвездии Возничего, в 3' к северо-западу от β Тельца и 22' к югу от 26 Возничего (5.5^m). Область видимости – Закавказье, Казахстан, юг Западной Сибири (под утро). Очень высоко над горизонтом на юге.

Покрытие 31 октября астероидом (188) Мениппа.

Звезда 9.6^m SAO 75290 в созвездии Овна, в 3.5° юго-восточнее α Овна, в 30' от SAO 75273 (7.8^m) и всего в 3' к востоку от SAO 75285 (9.2^m). Область видимости – Украина, европейский центр России

(очень высоко над горизонтом на юге), север Урала и Сибири (ближе к утру 1 ноября – на западе).

Покрытие 17 ноября астероидом (98) Янте.

Звезда 8.4^m SAO 40690 в созвездии Возничего, в 6.5° восточнее Капеллы и в 2° 20' севернее β Возничего. Область видимости – Восточный Казахстан, юг Западной Сибири. Высоко над горизонтом под утро 18 ноября по местному времени.

Покрытие 29 ноября астероидом (607) Джени.

Звезда 9.8^m в созвездии Тельца у границы с Персеем, в 2.5° к юго-западу от α Персея (3.9^m) и в 40' к востоку от SAO 76017 (7.4^m). Область видимости – Кавказ, Казахстан и Сибирь с юго-запада до северо-востока. Очень высоко над горизонтом.

Покрытие 30 ноября астероидом (198) Амелла.

Звезда 7.3^m SAO 92196 в созвездии Рыб в 3.5° юго-западнее χ Рыб (4.9^m) и в 16' северо-западнее SAO 92208 (7.8^m). Область видимости – Приморье, Сахалин. Низко над западным горизонтом после полудня уже 1 декабря по местному времени.

Покрытие 22 декабря астероидом (925) Альфонсина.

Звезда 6.3^m SAO 40029 в созвездии Возничего в 3° 20' к юго-западу от Капеллы и в 1° к юго-востоку от γ Возничего. Область видимости – север европейской части России. Очень высоко над горизонтом после полудня 23 декабря по местному времени.

Покрытие 31 декабря астероидом (102) Мириам.

Звезда 7.5^m SAO 94498 на границе созвездий Ориона и Тельца в 11' к востоку от Альдебарана, в 1° 20' южнее 111 Тельца (5.1^m) и в 17' западнее SAO 94512 (6.9^m). Область видимости – Восточная Сибирь, Дальний Восток, Камчатка. Высоко над горизонтом.

КАК НАБЛЮДАТЬ

Главная цель наблюдений – определение моментов исчезновения и появления звезды с помощью секундомера, ви-

део- или аудиозаписи с привязкой к точному времени. Следить за звездой необходимо в течение 10–15 мин (5–10 мин до предсказанного момента явления и 5 мин после него). Слабую звезду весьма желательно отождествить по карте в ночь накануне наблюдений – иначе можно просто не успеть найти ее в решающий момент. Для поиска слабых звезд можно посоветовать простой метод: найдите по карте достаточно яркую звезду примерно с тем же склонением, что и затмеваемая, но расположенную чуть западнее. Наведя на нее телескоп, отключите часовой привод, и звезда сама придрейфует в поле зрения за счет суточного вращения неба через время, равное разности прямых восхождений двух звезд. Теперь можно снова включить часовой механизм.

Как уже было сказано, при наблюдениях покрытий ярких звезд зачастую достаточно подзорной трубы или бинокля. Разумеется, желательно установить их на надежную опору или штатив. Смещение звезд за счет суточного вращения происходит со скоростью $1''$ за 4 мин вблизи экватора, поэтому при большом поле зрения, которое обеспечивают бинокли, часовой привод не потребуется.

Если у астероида имеется спутник, то, вероятнее всего, он удален от него не более чем на 1 тыс. км и вторичное покрытие может произойти в пределах 1–2 мин до или после основного покрытия (кроме событий вблизи точки стояния, когда скорость движения малой планеты может составлять 3–4" в час вместо обычных 30–40"). При касательном покрытии (если наблюдатель находится на границе полосы видимости явления) может произойти несколько исчезновений и появлений звезды на неровностях астероида. Они могут быть как резкими, так и плавными (например, за счет конечного углового размера звезды). Это также следует отметить в отчете о наблюдениях. Желательно иметь секундомер с возможностью фиксации нескольких моментов времени с точностью 0.01 с (такими пользуются на спортивных соревнованиях).

Даже если секундомер показывает время с сотыми долями секунды, реальная точность определения моментов будет хуже – 0.2–0.4 с. Ее определяет реакция наблюдателя. При составлении отчета необходимо оценить эту величину и указать, была ли она вычтена из зарегистрированного времени. Конечно, лучше всего записать покрытие на видеокамеру вместе с сигналами точного времени. Впоследствии такую запись можно будет оцифровать и отфотометрировать, а моменты исчезновения и появления звезды определить с точностью до 30 мс. Кроме того, можно использовать и диктофон, отметив начало и конец покрытия короткими возгласами "хоп". Не останавливая пленку, надо записать ближайшие к моменту наблюдения шесть сигналов, которые передают радиостанции каждые час или полчаса. Это позволит определить истинную шкалу времени: скорость движения пленки при записи и воспроизведении может отличаться на проценты.

В принципе, достаточно измерить длительность исчезновения звезды. Одно это уже даст длину хорды поперечного сечения малой планеты. Однако привязка к точному времени может дать сведения не только о размере, но и о форме астероида.

ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Для упрощения оформления и обработки отчетов о наблюдениях в IOTA разработана стандартная форма. Если у Вас есть доступ в Интернет, ее можно найти на сайте автора статьи в разделе "Астероиды", заполнить и прислать по указанным в ней адресам электронной почты. Адрес для отправки писем обычной почтой приведен в конце статьи.

Помните, что отрицательный результат тоже важен – он позволит ограничить сверху размер астероида. Если Вы не знаете точные координаты своего места наблюдения, сообщите название населенного пункта и расстояние от какого-либо крупного здания, сооружения или другого объекта с точностью до 100 м.

ПОКРЫТИЕ ЗВЕЗДЫ АСТЕРОИДОМ - ОТЧЕТ

IOTA МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ ТАЙФИНГА ПОКРЫТИЙ	РОССИЙСКАЯ СЕТЬ НАБЛЮДАТЕЛЕЙ ПОКРЫТИЙ ЗВЕЗД АСТЕРОИДАМИ
---	--

1 ДАТА: МЕС 200 ЗВЕЗДА: АСТЕРОИД: N:

2 НАБЛЮДАТЕЛЬ: ФИО: Тел.: ()
 Адрес: 000000 РОССИЯ
 E-mail:

3 МЕСТО НАБЛЮДЕНИЯ Ближайший город:
 Станция: Широта: ° ' "С Долгота: ° ' "В Высота: м

Одиночная или коллективная станция (укажите наблюдателей):
 Одиночная / Двойная / Коллективная (ненужное зачеркнуть)

4 ТАЙФИНГ ЯВЛЕНИЯ ЗАРЕГИСТРИРОВАНО ЛИ ПОКРЫТИЕ : ДА/НЕТ
 Тип событий (указывать код одной буквой: Н, П, О, И, Я, М, В, Д, К)
 Начало наблюдения Перерыв - начало Исчезновение Выгнание Вспышка
 Конец наблюдения Окончание перерыва Появление Другое (указать)
 (Персональное Уравнение вычтено / не вычтено)

Код	Время (UT)	П.	У.	Точн.
событ	ЧЧММСС.сс	С.сс		СС.сс
Н	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	0. <u> </u>
П	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	0. <u> </u>
О	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	0. <u> </u>
И	<u> </u>	0. <u> </u>	<u> </u>	0. <u> </u>
Я	<u> </u>	0. <u> </u>	<u> </u>	0. <u> </u>
К	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	0. <u> </u>

Комментарии

Было ли вычтено время реакции из вышеприведенных значений? ДА/НЕТ

5 ТЕЛЕСКОП Тип: Рефл/Рефр/Бино Апертура: мм Увеличение: x
 Мониторинг: Альт-аз/Экваториал/Добсон Привод: ЕСТЬ/НЕТ

6 РЕГИСТРАЦИЯ ВРЕМЕНИ

Контроль времени: Сигналы радиостанции:
 или Другое (указать)

Способ записи: (поставить x) Записывающее устройство:

<input type="checkbox"/> Секундомер	<input type="checkbox"/> Визуальное наблюдение
<input type="checkbox"/> Диктофон	<input type="checkbox"/> Телевизионное
<input type="checkbox"/> Методом на слух	<input type="checkbox"/> Фотометр
<input type="checkbox"/> Видеокамера	<input type="checkbox"/> Другое (указать)
<input type="checkbox"/> Другое (указать)	

7 УСЛОВИЯ НАБЛЮДЕНИЙ

Прозрачность атмосферы: Ветер:
 Стабильность изображения: Температура: °С

8 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ КОММЕНТАРИИ

Образец формы отчета о наблюдениях покрытия звезд астероидами для Международной ассоциации регистрации покрытий (IOTA).

Адреса в Интернете:

Сайт IOTA: <http://www.lunar-occultations.com/iota/lotandx.htm>. Самая свежая и подробная информация о предстоящих явлениях на русском языке, включая поисковые карты и карты зон видимости, публикуется на сайте bigden.ru. Для публикации анонсов, новостей и обмена результатами наблюдений создан лист почтовой рассылки "pokrytie" на сервере Yahoo! Groups. Чтобы подписаться на этот лист, пошлите пустое письмо по адресу: pokrytie-subscribe@yahoogroups.com.

Помните, что покрытие звезды астероидом – весьма редкое астрономическое явление. Людей, которым довелось наблюдать его в нашей стране, в десятки раз меньше, чем космонавтов! Пусть Ваши наблюдения принесут не только пользу науке, но и удовольствие Вам самим.

*Денис Владимирович Денисенко
127422, Москва, ул. Костякова, 7-7-32
denis@heav.ki.rsm.ru*

Информация

Леониды-2002: первые результаты

В ноябре минувшего года были подведены первые итоги наблюдения метеорного потока Леонид в 2002 г. Напомним, что в течение последнего цикла обращения родительской кометы этого потока – кометы 55 P/Tempel-Tuttle (с периодом 33,3 года) – были достигнуты впечатляющие успехи в теории динамики связанного с ней метеорного потока Леонид. Предварительный анализ его активности в 2002 г. был проведен по материалам 86 наблюдателей, чьи сообщения позволили установить 19 443 события (метеорные частицы) в атмосфере Земли и два максимума потока в период с 16 по 20 ноября прошлого года. Момент пи-

ка первого максимума случился около 4 ч 10 мин UT 19 ноября 2002 г. с индексом интенсивности ZHR = 2350 событий при долготе Солнца на эпоху J 2000.0 (на эклиптике с началом отсчета в точке весеннего равноденствия – L = 236.615). Второй пик максимума – около 10 ч 50 мин UT, ZHR = 2660, L = 236.896. В обоих случаях использовался индекс популяции $r = 2$, хотя предварительный анализ данных привел к выводу о большем обилии слабых метеоров, чем для этой величины индекса, что должно увеличить, соответственно, оценку как коэффициента r , так и индекса ZHR. Оба пика активности отмечены чуть позже, чем это предсказывалось теорией. Ближайшим теоретическим интервалом времени максимума к оценке момента, полученного в рассматриваемом экспресс-анализе, оказалась конечная точка интервала времени, который предложил Vaubaillon (WGN 30.5.2000).

Для сравнения укажем результаты первого глобального анализа международного мониторинга Леонид 2001 г.:

– на основе сообщений 177 наблюдателей установлено 137 146 событий;

– наблюдатели в Америке и Азии зафиксировали резкие всплески активности потока Леонид 18 ноября 2001 г.;

– наивысший уровень активности метеоров потока Леонид был установлен в Азии 18 ноября 2001 г. в 18 ч 16 мин \pm 3 мин UT, при этом ZHR = 3730 \pm 90 событий (солнечная долгота 236.458 \pm 0.003 на эпоху J 2000.0);

– индекс популяции достиг величины $r = 2.25 \pm 0.05$, в то время как фоновый индекс r вне пиковой активности составлял менее 1.9.

Звездный дождь метеорного потока Леонид в 2002 г. оказался вполне ординарным.

В итоге можно сделать вывод, что некоторые предсказания о необычайной активности этого потока не подтвердились.

(По материалам WGN IMO Shower Circular "Leonids 2002" от 22.11.2002 и Bulletin 17 IMO (The Journal of IMO 29, 6, December 2001, p. 187-194) от 25.11.2002)

Оценка сейсмического потенциала

Е. А. РОГОЖИН,
академик РАН

Г. И. РЕЙСНЕР,
доктор геолого-минералогических наук
Институт физики Земли им. Г. А. Гамбургцева РАН

Максимальная энергия землетрясения – сейсмический потенциал (M_{\max}) – обычно оценивается в единицах магнитуды. Она колеблется в диапазоне от минусовых значений (для слабейших землетрясений) до $M_{\max} = 8,5-8,7$ (для сильнейших). В научный оборот термин “магнитуда” (логарифм величины энергии, выделившейся при землетрясении) ввел аме-

риканский ученый Ч.Ф. Рихтер. Вероятно, по этой причине неспециалисты часто называют магнитуду “бальностью по шкале Рихтера”. Это неправильно, поскольку бальность характеризует не энергию, выделившуюся в очаге землетрясения, а интенсивность сотрясений от него на поверхности Земли. Она, по принятой в нашей стране шкале, колеблется

от I до XII баллов, тогда как магнитуда не может быть никак большей или даже равной 9. Сотрудники Института физики Земли РАН десятилетиями борются с этой терминологической неразберихой, разрабатывая научную методику оценки сейсмического потенциала и выявления предела энергии землетрясений.

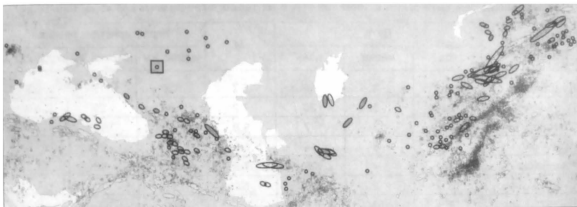
СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ. УРОКИ ПРОШЛОГО

Определение величины M_{\max} того или иного участка земной коры – одна из главных задач **сейсмического районирования**, поскольку интенсивность сотрясений на поверхности Земли, которая указана на этих картах, зави-

сит от магнитуды землетрясения и глубины его очага. Следовательно, первостепенная задача, которую необходимо решить при проведении сейсмического районирования – составление **каталога уже происшедших землетрясений** с указанием их магнитуды.

Такой каталог состоит из двух частей. Первая, боль-

шая, включает землетрясения инструментального периода (с конца XIX – начала XX в.), для которых имеются сейсмограммы – записи волновой картины землетрясения, – полученные с помощью специальных приборов. Вторая, значительно меньшая часть каталога, включает более древние землетрясения, сведения о которых добыты из



косвенных источников. Информацию можно получить из газет и рукописей, найти при обследовании древних построек и различных форм рельефа земной поверхности, возникших в связи с землетрясением. Понятно, что наиболее надежно определены параметры тех землетрясений, сведения о которых имеются одновременно в различных источниках.

Вторая часть каталога продолжает инструментальный период "вглубь веков" на сотни, тысячи и даже десятки тысяч лет. Однако в ней содержатся сведения о сильнейших землетрясениях прошлого. Следы слабых быстро забываются человеком или стираются с лица Земли самой природой. Последний каталог землетрясений России и смежных территорий был подготовлен для ныне действующей "Карты общего сейсмического районирования России" (ОСР-97), в соответствии с рекомендациями которой разрабатываются нормы и правила строительства в сейсмоопасных районах.

Первые карты сейсмического районирования в нашей стране появились в 30-х гг. XX в., а впоследствии они

пересматривались примерно раз в 10 лет. Причина ревизии – новые сильные землетрясения, которые возникли в местах, считавшихся в соответствии с действующей картой ОСР относительно безопасными. Так, пропущенными на разных картах ОСР оказались такие известные катастрофические землетрясения, как Ашхабадское (1948), Муйское (1958), Дагестанское (1970), Газлийские (1976 и 1984). Самые тяжелые последствия, однако, были связаны с предыдущей картой ОСР-78, в период действия которой "не на своих местах" возникли Спитакское (1988) в Армении, Зайсанское (1990) в Казахстане, Рачинское (1991) в Грузии, Сусамырское (1992) в Киргизии, Нефтегорское (1995) на Сахалине и ряд других.

Такие тяжелые ошибки, как "пропуск цели", случались по разным причинам. Главная из них – использование исключительно статистических подходов, основанных на ложном принципе: где было сильное землетрясение в прошлом, там же оно произойдет и в будущем. Между тем сильные землетрясения возникают там, где для этого

Произошедшие землетрясения (светлые овалы и кружки) и их потенциальные очаги (черные овалы и кружки) в диапазоне от $M \geq 8.3$ до $M = 6.5 \pm 0.2$. Размеры очагов тем больше, чем больше их магнитуда. Данные об очагах землетрясений приводятся по материалам Каталога ИФЗ РАН. В квадрате показано положение очага землетрясения в Сальской степи 22 мая 2001 г.

существуют условия в земной коре, аналогичные тем, при которых они уже происходили. Учитывая этот принцип, можно прогнозировать место и силу будущих землетрясений, используя разные виды аналогий и метод распознавания образов. При таком подходе роль геологических данных и методов анализа, позволяющих прогнозировать землетрясения с различной M_{\max} , резко возрастает (Земля и Вселенная, 1978, № 6; 1979, № 2; 1980, № 1; 1985, № 2; 1987, № 1).

ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ПОДХОД

К настоящему времени сложилось три основных направления оценки сейсмического потенциала, базирующиеся на использовании геолого-геофизических данных.

Крупнейшие землетрясения в 1983–1997 гг. и их геолого-геофизические характеристики

Название землетрясения	Дата			M	Характеристика разрыва		
	год	месяц	день		длина, км	ширина, км	подвижка, м
Кумдагское	1983	3	14	5.7	20	15	0.3
Газлийское	1984	3	20	7.2	50	25	1.2
Спитакское	1988	12	7	6.8	35	14	2
Зайсанское	1990	6	14	6.8	60	25	1.3
Рачинское	1991	4	29	7	70	25	1.2
Сусамырское	1992	9	19	7.4	80	30	1.1
Шикотанское	1994	10	4	8.1	200	100	6
Нефтегорское	1995	5	27	7.6	40	15	8
Кроноцкое	1997	12	5	7.7	200	75	5

Во-первых, **полевое геологическое изучение** нарушенных рельефа, возникших при землетрясениях. Во-вторых, полевое изучение нарушенного рельефа с использованием метода "тренинга", когда траншеями (англ. trench – траншея) вскрываются формы рельефа, схожие с возникающими при землетрясениях. В-третьих, **выделение по комплексу геолого-геофизических данных** тех участков земной коры, которые по своим характеристикам аналогичны существующим в очагах уже известных землетрясений.

Экспедиционное (полевое) изучение последствий сильных землетрясений проводится прежде всего для создания **эталонного каталога деформаций рельефа** земной поверхности, возникающих при землетрясениях различной силы. Это разрывы, свидетельствующие о выходе очага на дневную поверхность, обвалы, оползни, связанные с ними подпруженные озера. Обследования наиболее продуктивны, если проводятся совместно специалистами разного профиля сразу

после возникновения землетрясения или хотя бы в период, когда деформации еще сохранились в рельефе в первоначальном виде. Такие землетрясения считают "эталонными", поскольку известны все их характеристики: магнитуда, глубина очага, его размеры и механизм, пространственное распределение афтершоков (землетрясений, следовавших за главным толчком). Полевое геологическое изучение позволяет определить размеры, тип и характер деформаций рельефа, возникших на дневной поверхности во время землетрясения. Чем больше "эталонных" землетрясений обследовано, тем точнее будет установлено, какие из деформаций соответствуют землетрясениям с различной магнитудой. При наличии каталога эталонных землетрясений возможно и решение важнейшей обратной задачи – по имеющимся описаниям деформаций на земной поверхности определить **возможную магнитуду** породивших их землетрясений.

Классические геологические обследования сильней-

ших землетрясений Средней Азии конца XIX – начала XX в. проводили "по горячим следам" выдающиеся русские геологи К.И. Богданович, В.Н. Вебер, А.Е. Лагорно, И.В. Мушкетов. В этом направлении работы продолжают и поныне: каждое сильное, в особенности катастрофическое (с человеческими жертвами), землетрясение в обязательном порядке должно изучаться и, по большей части, изучается совместными усилиями сейсмологов, геологов и геофизиков.

ВСКРЫТИЕ СЕЙСМОДИСЛОКАЦИЙ

В таблице показаны некоторые виды деформаций, возникших при землетрясениях, обследованных в разное время сотрудниками ИФЗ РАН. Этот уникальный материал получен в результате проведения крупномасштабной **геологической съемки систем сейсмодислокаций**, а в случае появления сейсмотектонических нарушений – и на детальных данных о приповерхностном строении сейсмогенных разрывов, добытых методом "тренинга".



Достаточно простой и дешевой, он широко применяется с 80-х гг. XX в., поскольку позволяет заглянуть внутрь возникших при землетрясении форм рельефа.

По полученным в траншеях разрезам выявляются разрывы, величина и направление смещений по ним, а также возраст одного или нескольких землетрясений, породивших эти деформации.

Методом "тренинга" установлены (или подтверждены) закономерности структуры нескольких очагов, их тектонического положения и условий формирования. Выяснилось, что будучи приуроченными к зонам разломов, сейсмические очаги с нарастанием энергии землетрясений не только увеличиваются, но и становятся более сложными в структурном отношении.

Использование "тренинга" позволило установить, что очаги сильнейших землетрясений представляют собой устойчивые структуры в земной коре, в которых сейсмические события повторяются, причем кинематика подвижки может со временем изменяться. Выяснилось также, что средний период повторения сильнейших землетрясений варьирует в соответствии с их тектонической приуроченностью – от нескольких сотен лет (Средиземноморский и Тихоокеанский подвижные горные пояса) до нескольких десятков тысяч лет (на платформах). Третье направление оценки прогнозного сейсмического потенциала реализуется на базе разработанного в ИФЗ РАН **интеррегионального сейсмотектонического метода**. Его применение помогает

Эскарп, возникший при древнем землетрясении в Курайской впадине Горного Алтая. Фото Е.А. Рогожина.

выяснить геолого-геофизические условия, в которых происходили землетрясения с различной M_{\max} (этап "обучения"), найти аналогичные им по геолого-геофизическому описанию и распространить на них выявленную на первом этапе оценку M_{\max} (этап "реализации").

Таким образом, решение задачи распадается на ряд чисто технических операций. Важнейшая из них – отбор комплекса признаков, по которым территория разделяется на районы с одинаковыми геолого-геофизическими условиями. Комплекс исход-

ных данных должен быть связан с происходящими в земной коре процессами, в первую очередь с сейсмическим. Современное строение и состояние земной коры характеризуют такие параметры, как величина теплового потока, мощность земной коры и ее осадочного чехла, высота рельефа и его размах, и статистические аномалии. Они-то и формируют ячеистую базу данных по территории Северной Евразии, в которой значения признаков усреднялись в **элементарную ячейку** (стандартный размер $20' \times 30'$ градусной сетки).

Получилось 9849 ячеек, и каждая была охарактеризована конкретными значениями по всем шести геолого-геофизическим признакам. Выбор ячейки указанного размера обеспечивает необходимую детальность всей процедуры в целом, в том числе и в резульативной части, поскольку ее размер соответствует среднему по силе очагу землетрясения с $M = 6.0$.

Обработка исходной информации (т.е. собственно типизация земной коры по многим признакам) проводилась с использованием процедуры **кластерного анализа** ("распознавание без обучения"). Она формализована и позволяет избежать принятия необоснованных решений. Распознавание близости геолого-геофизического описания той или иной ячейки происходит точно так же, как на двумерной диаграмме, на которой хорошо различаются "облака" точек. Отличие заключается лишь в том, что вместо двумерного строится N-мерное пространство (N соответствует числу использованных параметров).

В нашем случае кластером является тип земной коры, или тип сейсмотектонической обстановки. Каждый из них включал некоторое количество элементарных ячеек, причем во всех могли возникать землетрясения с одинаковым сейсмическим потенциалом (Ммакс).

Для того чтобы узнать его величину, результаты районирования по многим признакам сопоставлялись с сейсмологическими данными, содержащимися в каталогах. Цель такого сопоставления – выявить максимальную магнитуду, зарегистрированную на площади хотя бы одной ячейки. В соответствии с этим ячейка с эпицентром максимального землетрясения считается для данного типа коры "**ячейкой-учителем**". Создается полный каталог "ячеек-учителей" для всех имеющихся типов сейсмотектонической обстановки.

Конечный результат применения внерегионального метода выявления очагов землетрясений и оценки их сейсмического потенциала использовался при подготовке карты ОСР-97. Это первый случай в практике составления таких карт в нашей стране, когда геолого-геофизические данные реально привлекались к их созданию.

Предлагаемый метод наиболее эффективен в применении к обширным по площади территориям на уровне континентов или их крупных частей. Чем больше рассматриваемая территория, тем больше шансов, что в поле зрения попадут две сейсмотектонические обстановки с уже происшедшими максимальными (или хотя бы

близкими к ним по магнитуде) землетрясениями. Достоинство метода – его универсальность: он может быть применен для территории с любым тектоническим строением, если она обеспечена необходимыми исходными данными. С другой стороны, прогнозирование сейсмического потенциала возможно и на разных масштабных уровнях – локальном, региональном, континентальном и глобальном промежуточном.

ПРОГНОЗЫ ПОДТВЕРЖДАЮТСЯ

Метод разработывался и совершенствовался в основном в 90-х гг. прошлого столетия. Он проверен на произошедших тогда сильных землетрясениях. Ошибки типа "пропуск цели" встречались редко, а если говорить о землетрясениях с $M \geq 4.5$, то их практически не было. Вместе с тем, на этом фоне были прогнозированы такие известные землетрясения, как Рахинское (1991) с $M = 7.0$, Суамырское (1992) с $M = 7.4$, Македонское (1995) с $M = 6.6$ и ряд других.

Эпицентр Углерогского землетрясения 4 августа 2000 г. на Сахалине ($M = 6.3-7.1$) зарегистрирован на площади ячейки, в пределах которой мы еще в 1997 г. прогнозировали возникновение землетрясения с $M = 6.8$. При этом максимальное сейсмическое событие, наблюдавшееся до августа 2000 г., имело магнитуду 4.3. По пространственному положению и ожидаемой Ммакс прогноз 1997 г. для области возникновения землетрясения подтвердился.

Новое землетрясение на Сахалине возникло 1 сентября



ря 2001 г. Эпицентр его располагался на площади ячейки, в пределах которой прогнозировалось землетрясение с $M = 7.0$. Можно предположить, следовательно, что землетрясение 2001 г. не является максимальным для сейсмотектонической обстановки района его возникновения.

Интересен пример, относящийся к слабоактивной территории Скифской плиты, в пределах которой в Сальской степи 22 мая 2001 г. возникло землетрясение с $M = 4.8-5.0$. В той же ячейке располагался и эпицентр землетрясения 2 декабря 1996 г. с $M = 3.3$. До 2001 г. оно оценивалось как максимальное для всей прилегающей части России. Прогноз для этой ячейки впервые был выдан в 1994 г., и в соответствии с ним в ее пределах считалось возможным возникнове-

ние землетрясений с $M_{\max} = 6.4$. И если раньше такая оценка рассматривалась многими исследователями как совершенно утопическая, то случай с событием 2001 г. в Сальской степи должен слегка охладить пыл оптимистов.

Для территории Горного Алтая использован комплекс всех рассмотренных методов: геологического с "тренчингом" и внерегионального. Необычность подхода заключалась в том, что эти два метода применены в несколько необычной (обратной) последовательности. Сначала для районирования Горного Алтая по величине сейсмического потенциала использовали внерегиональный сейсмотектонический метод. При этом был выявлен ряд районов, в которых ожидалось возникновение землетрясений с $M \geq 7.5$. Сейсмический потенциал та-

Подпрудное озеро Чайбек-коль в Горном Алтае, возникшее в результате обвала при сильном землетрясении. Фото Е.А. Рогожина.

кого уровня ранее для этой территории не устанавливался. А несколько лет спустя, уже после опубликования нашего прогноза, представилась возможность в пределах одного из таких районов, где прогнозировалось сильное землетрясение, организовать специальные геологические исследования совместно с "тренчингом". Оказалось, что в Курайской и западной части Чуйской впадин Горного Алтая на больших площадях представлены формы рельефа, которые наша исследовательская группа интерпрет-

тировала как сейсмотектонические и сейсмогравитационные дислокации. Их присутствие указывало на то, что здесь неоднократно происходили сильные землетрясения. И результаты "тренинга" подтвердили это заключение.

Использование для Горного Алтая разных методов оценки сейсмического потенциала, приведенное к одинаковым результатам, дало возможность изменить традиционные представления об Алтае как об области с пониженным сейсмическим по-

тенциалом. Этот результат был использован позже при составлении карты сейсмического районирования России – ОСР-97.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект 02-05-64946.

Информация

Новые данные о ледяном покрове Западной Антарктиды

В последнее время господствует мнение, что ледяной покров Западной Антарктиды существенно уменьшается в размерах. Действительно, со времени последнего максимума оледенения линия, вдоль которой ледниковый покров теряет контакт со своим ложем и всплывает, отступила у западной стороны залива Росса почти на 1300 км. Скорость отступления антарктического льда в последнее десятилетие

те – 120 м/год. Уровень океана из-за его таяния за столетие поднимается на 12,5–15,0 см.

Работы американских гляциологов А. Жугана (Лаборатория реактивного движения NASA в Пасадене) и С. Тулачук из Университета штата Калифорния в Санта-Крузе послужили основанием для переоценки баланса масс ледяного потока Росса. Ученые использовали интерферометрические радары с синтетической апертурой, способные достаточно точно измерять скорость движения льда, применили методы авиационной геофизической съемки и спутниковой телеметрии, а также проанализировали колонки льда, поднятые при бурении.

Прежние представления о состоянии оледенения Западной Антарктиды ими полностью опровергнуты: толщина леднико-

вого покрова не уменьшается, а медленно возрастает. Его масса увеличивается ежегодно примерно на 26,8 Гт. Причем большая часть этого прироста приходится на область ледникового "купола С". Что же касается ледяного потока Уилланса, баланс которого считался резко отрицательным, то его состояние оказалось близким к равносному, движение ледника в сторону моря явно замедлилось.

Авторы работы считают, что общий положительный баланс огромной ледяной массы – показатель того, что процесс отступления ледников на Западе Антарктиды, продолжавшийся на протяжении всего голоценового периода, близок к окончанию.

Science, 2002, 295, 555d.

Ф С П 1	АБОНЕМЕНТ		70336 (индекс издания)								
	на газету на журнал		Количество комплектов								
Земля и Вселенная (наименование издания)		на _____ год по месяцам:									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Куда		(почтовый индекс)		(адрес)							
Кому		(фамилия, инициалы)									

										ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА	
										70336 (индекс издания)	
ПВ		место		литер		на газету на журнал				Количество комплектов	
										Земля и Вселенная (наименование издания)	
Стоимость		подписки пере- адресовки		_____ руб _____ коп		_____ руб _____ коп				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)									

Информация

Ответ: необычный астероид?

В октябре минувшего года стало известно, что на орбите вокруг Солнца, чуть далее Плутона, находится космический

объект размером больше половины этой самой удаленной планеты Солнечной системы. Возможно, речь идет об огромном каменном астероиде, смещающемся относительно неподвижных звезд фона, благодаря чему он и был обнаружен с помощью телескопа Паломарской обсерватории (Калифорния, США).

"Quaoar" (квейор — образно выражаясь, "гребец в межпланетном море") — так назвали небесного путешественника увидевшие его первыми астрономы —

один из нескольких недавно открытых больших астероидальных тел, которые странствуют в далеком поясе Койпера. Размеры этого гиганта уточнены по изображениям, полученным с Космического Телескопа им. Хаббла.

Квейор, предположительно покрытый ледяной корой, является собой мир холода, поскольку Солнце с его поверхности выглядит всего лишь яркой звездой, почти не дающей тепла.

По материалам печати

Дорогие читатели!

Напоминаем, что подписаться на журнал "Земля и Вселенная" вы можете с любого номера по Объединенному каталогу зеленого цвета "Пресса России" (1 полугодие 2003 г., с. 213) во всех отделениях связи. Подписной индекс – 70336.

Заведующая редакцией Г. В. Матреева
Зав. отделом наук о Земле В. А. Маркин
Зав. отделом космонавтики С. А. Герасюкин

Художественные редакторы О. Н. Никитина, М. С. Вьюшнина
Литературный редактор О. Н. Фрельова
Мл. редактор Л. В. Рябцева
Корректор Г. В. Печникова
Обложку оформила О. Н. Никитина

Сдано в набор 6.11.2002 Подписано в печать 11.12.2002. Формат бумаги 70 × 100^{1/16}
Офсетная печать. Уч. изд. л. 12,2 Усл. печ. л. 9,1 Усл.кр. отг. 7,6 тыс. Бум. л. 3,5
Тираж 814 экз. Заказ № 6825

Свидетельство о регистрации № 2119 от 28.06.91
Выдано Советом Министров РФ, Государственным комитетом РФ по печати
Учредители: Президиум РАН,
Астрономо-геодезическое общество (АГО) при РАН,
Академиздатцентр "Наука"

Адрес и дата выпуска: 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90
Адрес редакции: 119991 Москва, Мароховский пер., 26
Телефоны: 238-42-32, 238-29-66
Отпечатано в ИПИ "Типография Наука"
121099 Москва, Шубинский пер., 6



