

ISSN 0044-3948

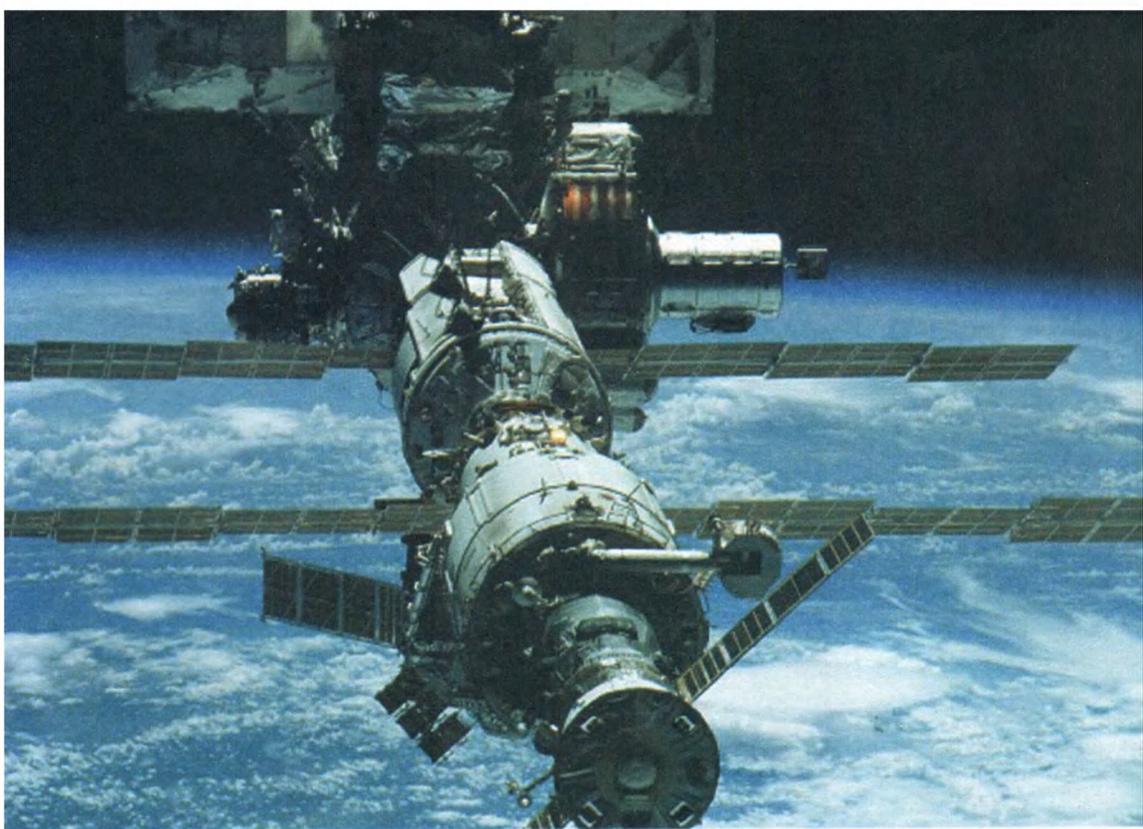
ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

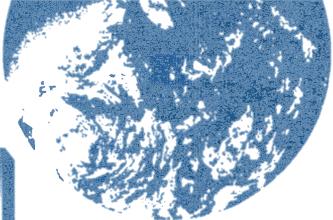
НОЯБРЬ – ДЕКАБРЬ

6/2002





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

6/2002

Новости науки и другая информация: Солнце в июне–июле 2002 г. [23]; «Кассини» приближается к Сатурну [36]; Метеорит с Марса [60]; Природа тропических ураганов [75]; Фотографируют любители астрономии [90]; Солнце и климат [91]; Снег и вулканы на Ио [96]; Всемирная служба цунами [102]; Открыт путь к изучению эволюции Вселенной [103]; Новые книги [106]; Великие наводнения прошлого [110].

В номере:

- 3 МОХОВ И.И. Сток сибирских рек в XXI веке
- 11 КУЗНЕЦОВ В.Д. Спутник “Коронас-Ф” наблюдает Солнце вблизи максимума активности
- 25 КУЛИКОВ С.Д., ГОРОШКОВ И.Н., МАРТЫНОВ М.Б. Проект “ФОБОС-грунт”

ЛЮДИ НАУКИ

- 37 МАРКИН В.А. Тур Хейердал
- 46 УШАКОВА М.Г. Георгий Алексеевич Ушаков
- 54 МАРКОВ А.Е. Вернер фон Браун (к 90-летию со дня рождения)

ОБСЕРВАТОРИИ, ИНСТИТУТЫ

- 61 ЯЗЕВ С.А. Астрономическая обсерватория Иркутского университета (к 70-летию АО ИГУ)

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 65 ЛЕВИТАН Е.П., РЫСИН М.Л., ТОМАНОВ В.П. Информатизация школьной астрономии

ИСТОРИЯ НАУКИ

- 76 ДОБРОНРАВИН П.П. Юбилей Симеизской обсерватории

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 86 НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: январь–февраль 2003 г.
- 92 ТАТАРНИКОВ М.П., ТУЛЬСКАЯ С.В. Наступает “Эра фантастики”

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 97 ЦИЦИН Ф.А. Вернемся к нашим... кометам (продолжение дискуссии)
- 107 Указатель статей, опубликованных в “Земле и Вселенной” в 2002 г.



© Академиздатцентр “Наука”
Российская академия наук
журнал “Земля и Вселенная” № 6, 2002 г.

Zemlya i Vseennaya (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: Научный космический аппарат "Коронас-Ф" (запущен 31 июля 2001 г.) исследует Солнце с околоземной орбиты. Рисунок ИЗМИРАН (к ст. В.Д. Кузнецова).

На стр. 2 обложки: Вверху – так выглядела МКС в июне 2002 г., когда ее фотографировали члены экипажа четвертой основной экспедиции с отстыкованного много-разового космического корабля "Индевор" (STS-111). Внизу – экипаж пятой основной экспедиции МКС – В.Г. Корзун (Россия), П. Уитсон (США) и С.Е. Трещёв (Россия), – работающий на борту станции с 7 июня 2002 г. Фото NASA.

На стр. 3 обложки: Сравнительные размеры планет земной группы и крупных спутников. Рисунок С.В. Птицына.

На стр. 4 обложки: Плот "Контики" экспедиции Тура Хейердала, доказавшей возможность древних морских связей между Южной Америкой и островами Полинезии. Фото 1947 г. (к ст. В.А. Маркина).

In this issue:

- 3 MOHOV I.I. The Flow of siberian rivers in XXIst Century
- 11 KUZNETZOV V.D. Satellite "Coronas-F" watches the Sun near maximum activity
- 25 KULIKOV S.D., GOROSHKOV I.N., MARTYNOV M.B. Project "FOBOS-Soil"

PEOPLE OF SCIENCE

- 37 MARKIN V.A. Tour Heyerdal
- 46 USHAKOVA M.G. Georgij Alexsejevich Ushakov
- 54 MARKOV A.E. Wernher von Braun (to tht 90th birthday)

OBSERVATORIES, INSTITUTES

- 61 YAZEV S.A. Astronomic observatory of Irkutsk University (to the 70th anniversary of AO IGU)

ASTRONOMIC EDUCATION

- 65 LEVITAN E.P., RYSIN M.L., TOMANOV V.P. Informatization of school astronomy

HISTORY OF SCIENCE

- 76 DOBRONRAVIN P.P. Jubilee of Simeiz observatory

AMATEUR ASTRONOMY

- 86 Celestial calendar: January – February 2003
- 92 TATARNIKOV M.P., TULSKAYA S.V. "Fantastic Era" comes

HYPOTHESES, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

- 97 TSYTSYN F.A. Let us come back to our... comets (discussion is continued)
- 107 Index of articles published in "Earth and Universe" in 2002

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. ЧЕРЕПАЩУК,
доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

Сток сибирских рек в XXI веке

И.И. МОХОВ,
член-корреспондент РАН
Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН

Россия – самая большая по площади страна мира, и на ее территории от полярных широт до субтропиков и от Атлантического океана до Тихого регистрируется много региональных климатических аномалий. На общем фоне выделяются аномалии в Сибири, где за последние десятилетия отмечены, в частности, самые сильные изменения приповерхностной температуры зимой, свидетельствующие об общем потеплении. Оно сопровождается значительными региональными вариациями гидрологического цикла с экстремальными осадками и наводнениями в бассейнах крупнейших сибирских рек – Лены, Енисея, Оби.

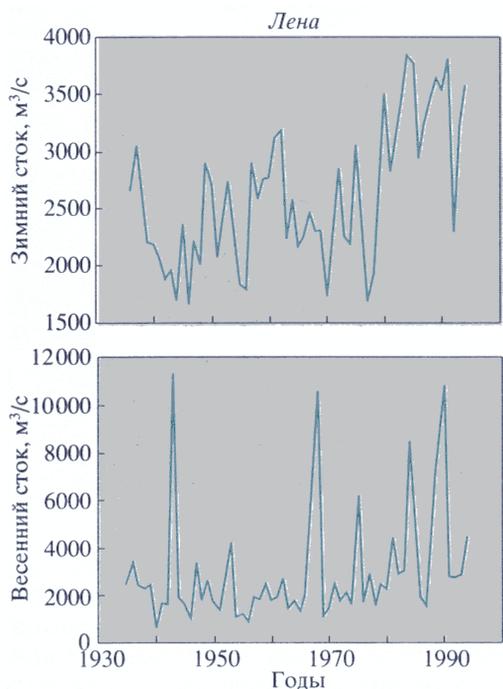
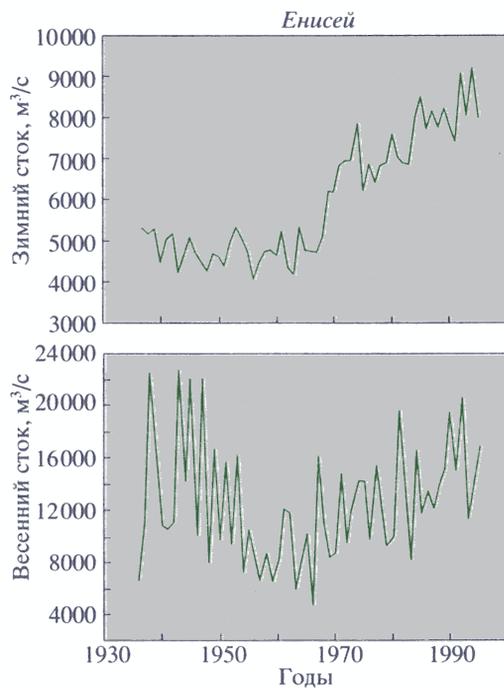
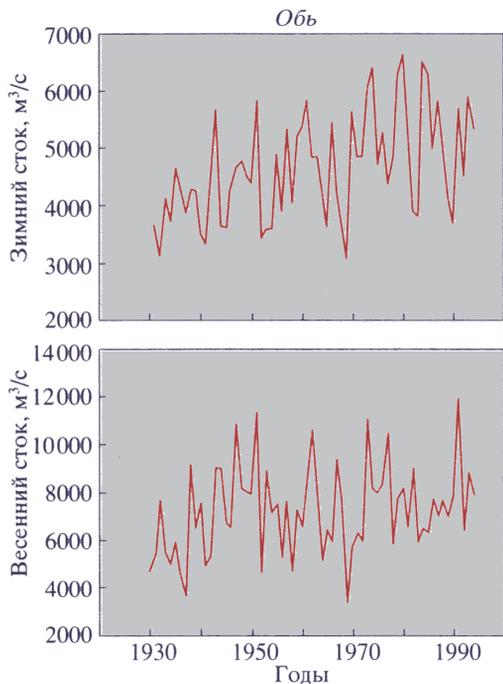


ИЗМЕНЕНИЯ
В КЛИМАТЕ ЗЕМЛИ

Последнее десятилетие XX в. и первые годы XXI в. характеризовались **абсолютно экстремальными температурами** (как глобальными, так и для отдельных полушарий) за

все время инструментальных измерений, с середины XIX в. При этом около половины векового потепления XX в. пришлось на **его последнее десятилетие**. Более чем за 140 лет инструментальных наблюдений 10 наиболее теплых лет были в пределах последних двух десятилетий,

из них 9 – после 1990 г. **Самым теплым был 1998 г. (с самым сильным проявлением Эль-Ниньо)**. В конце столетия 22 года подряд глобальная средняя температура превышала среднюю за 30-летний период (1961–90 гг.). Предыдущий, 2001 г., был на 0.4°C теплее базового ре-



Изменения зимнего и весеннего стока Оби, Енисея и Лены в XX в., по данным наблюдений.

жима. Он стал 23-м подряд аномально теплым для всей планеты годом¹.

При этом со второй половины 1980-х гг. аномалии глобальной среднегодовой приповерхностной температуры среднего режима для первой половины XX в. уже находятся **вне двойного диапазона среднеквадратических отклонений**, которые характеризуют межгодовую изменчивость. Более четверти века назад М.И. Будыко предположил, что при антропогенном сценарии изменение температуры Земли к 2000 г. может превысить аномалии естественных колебаний глобальной температуры, которые наблюдались в течение первой половины прошлого века. Это произошло уже в 1980-х гг.

Результаты модельного анализа выявили, например, существенное различие

¹ Общую тенденцию подтвердила и первая половина 2002 г. (с формированием первого в новом столетии Эль-Ниньо), температурные аномалии в которой сравнимы с рекордно теплым 1998 г. Примеры региональных аномалий – сильнейшие наводнения в Европе, в том числе на юге России, а июль 2002 г. в Москве стал одним из самых жарких за последние 100 с лишним лет.

потепления 30-х – начала 40-х гг. и конца XX в. Если **потепление в первой половине XX в. можно объяснить естественными причинами**, то **в конце века**, согласно проведенным расчетам, его следует считать в **значительной степени антропогенным**, связанным с увеличением содержания в атмосфере парниковых газов. Это подтверждают и различия происходивших температурных изменений в атмосфере на разных высотах. Так, при изменении излучения Солнца потепление должно было бы идти не только в пределах тропосферы, но и с нагревом более высоких слоев атмосферы. При увеличении же содержания парниковых газов в атмосфере теплеет у поверхности и в тропосфере в целом, а стратосфера и мезосфера выхолаживаются. Это и происходит в настоящее время – **тропосферное потепление сопровождается сильным охлаждением стратосферы и мезосферы**.

По имеющимся данным, темп роста температуры Северного полушария в последнее столетие был значительно большим, чем в течение последней тысячи лет. Хотя нельзя исключать существенный вклад естественных долгопериодных климатических вариаций, очень быстрое потепление в XX в., особенно в его последней четверти, требует детального и разностороннего анализа возможных антропогенных изменений климата и региональных аномалий.

ЧТО ИЗМЕНИЛОСЬ
В БАСЕЙНАХ
СИБИРСКИХ РЕК В XX ВЕКЕ?

В Северный Ледовитый океан поступает около одной десятой мирового речного стока пресной воды, при том что на Арктический бассейн приходится всего около 5% площади и около 1% объема Мирового океана. Значительный вклад в приток пресной воды в Северный Ледовитый океан связан с речным стоком. Существенная часть его обусловлена снегонакоплением на территории России. Примерно 2/3 континентального речного стока в Арктический бассейн приходится на сибирские реки, **подавляющую часть речного стока из Азии дают Енисей (около трети), Обь (около четверти) и Лена (более четверти)**.

Сток Оби составляет около 400 км³/год, Енисей – 610 км³/год, Лены – 530 км³/год. Годовой ход характеризуется резким максимумом стока Лены и Енисея в июне, для Оби максимум не столь выражен и достигается также в основном в июне, но иногда в июле, еще реже в августе.

Гидрологический режим в бассейнах сибирских рек, впадающих в Северный Ледовитый океан, существенно влияет на соленость океана из-за вариаций речного стока. Меняются условия образования морского льда в Северном Ледовитом и Атлантическом океанах. Из-за контрастов температуры и солености перестраивается океаническая термохалинная циркуляция. Вследствие этого ме-

няется климат, не только региональный, но и глобальный. В результате возможного ослабления Гольфстрима, согласно многим модельным оценкам, **Европу ожидает существенное изменение климата**.

В XX в. отмечены сильные вариации стока сибирских рек, **двухкратное превышение максимального годового стока над минимальным**, в том числе для Лены и Оби. Еще более заметны колебания стока в те месяцы, когда он максимален на Енисее, Лене и Оби. Наиболее значимые тенденции отмечены для зимнего стока. Наряду с его усилением проявилось **общее увеличение весеннего стока**, в частности Оби и Енисея (по крайней мере, в последние десятилетия), а также учащение экстремально высоких значений стока Лены. Увеличение стока связано с усилением осадков в последние десятилетия, в частности зимних осадков. При этом на количестве осадков и снегонакоплении в сибирских регионах сказываются не только вариации Сибирского антициклона и других центров действия в атмосфере Северного полушария и связанных с ними Северо-Атлантического и Арктического осцилляций, но и явления **Эль-Ниньо/Ла-Нинья**, проявляющиеся в экваториальных широтах Тихого океана (Земля и Вселенная, 1999, № 4).

КЛИМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ
И СЦЕНАРИИ

В связи с возможными изменениями климата вста-

ет вопрос: каковы могут быть **изменения осадков в бассейнах и стока великих сибирских рек** при существующих **сценариях антропогенных воздействий** с использованием современных климатических моделей?

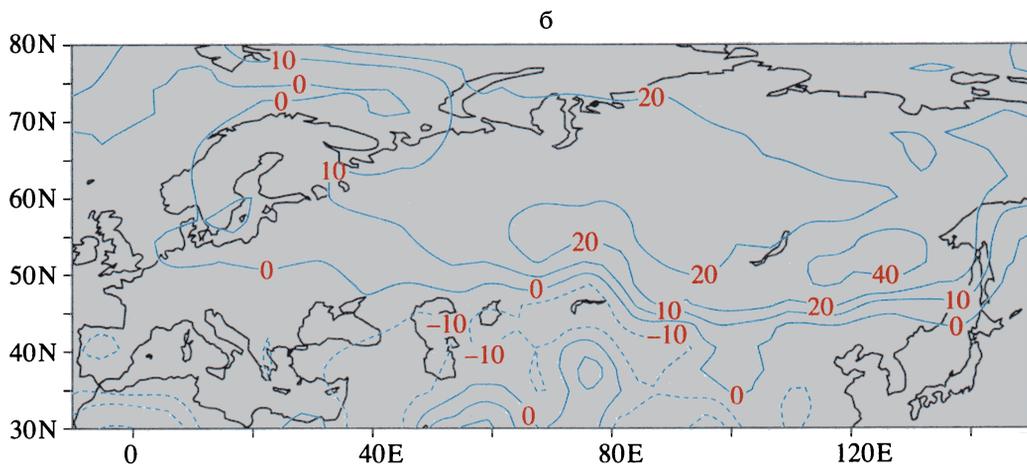
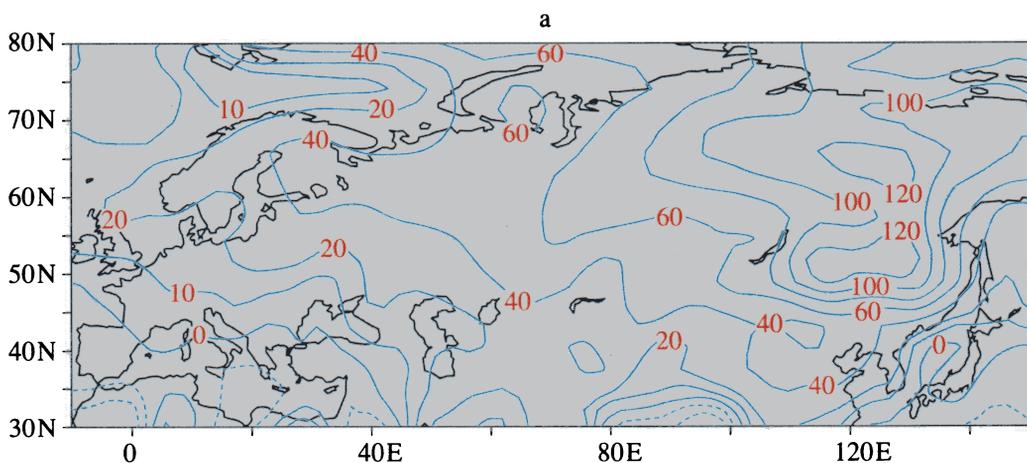
Для оценки изменений стока Оби, Енисея и Лены использовались результаты численных расчетов с климатическими моделями общей циркуляции для

XIX–XXI вв., произведенных в Метеорологическом институте Макса Планка и Центре Хэдли Метеорологической службы Великобритании. В этих численных экспериментах концентрация парниковых газов в атмосфере для периода 1860–1990 г. задавалась по данным наблюдений, а для подпериода 1991–2100 г. по сценарию, предложенному Международной группой экспертов

по изменениям климата. Соответствующие результаты получены с использованием климатической модели промежуточной сложности Институтом физики атмосферы РАН.

ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОСАДКОВ

Сток Оби, Енисея и Лены зависит от колебаний количества осадков и режимов снегонакопления и



Пространственное распределение зимних значений тренда (в % за 100 лет): количество осадков (а) и вероятность дней с осадками (б) в XXI в., по модельным оценкам Метеорологического института Макса Планка.

Изменения осадков (%/100 лет) в бассейнах сибирских рек в XXI в., по модельным расчетам

Модели	Обь	Енисей	Лена
Метеорологического института Макса Планка (Германия)	16	20	26
Центра Хэдли Метеорологической службы Великобритании	12	17	25
Института физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН	15	13	20

снеготаяния. В бассейнах, простирающихся от средних до полярных широт, площадью 2.5–3 млн. км² они заметно различны. Согласно модельным расчетам, при антропогенном потеплении в XXI в. **следует ожидать интенсификации гидрологического цикла и значительного роста осадков в высоких широтах Северного полушария.** Это связано, в основном, с **сильным увеличением осадков зимой.**

Наиболее сильный рост осадков отмечен для Сибири, в частности в бассейнах Лены, Енисея и Оби, особенно для Восточной Сибири, где вековые изменения превышают 100%. Этот тренд связан с соответствующими изменениями числа дней с осадками и их интенсивности. В результате **возрастает относительный вклад интенсивных осадков в их общее количество.**

По модельным расчетам, наиболее сильно тенденция увеличения интенсивных осадков при антропогенном потеплении проявляется зимой и весной на северо-востоке Евразии. В частности, **вероятность интенсивных зимних и весенних осадков**

в бассейне Лены может увеличиться в XXI в. на четверть и более.

Наряду с общим увеличением количества осадков выявлены заметное усиление их интенсивности и возрастание общего числа дней с осадками, в частности для бассейна Лены примерно на 20 дней к концу XXI в. по сравнению с началом XX в.

С экстремальными осадками и быстрым таянием снега связаны **наводнения.** Для оценки речного стока при наводнениях можно использовать его корневую зависимость от площади бассейна. Вероятность наводнений можно диагностировать частотой выпадения определенной критической величины региональных осадков в течение достаточного короткого промежутка времени (несколько дней). Их можно характеризовать также временем повторного достижения определенной величины стока, например уровня 5% наибольших его значений, или вероятностью превышения уровня стока, достигаемого достаточно редко (раз в 10, 20, 50 или 100 лет). В частности, величина максимального стока Лены, достигаемая

раз в десятилетие, может возрасти в XXI в., по модельным оценкам, на 20%.

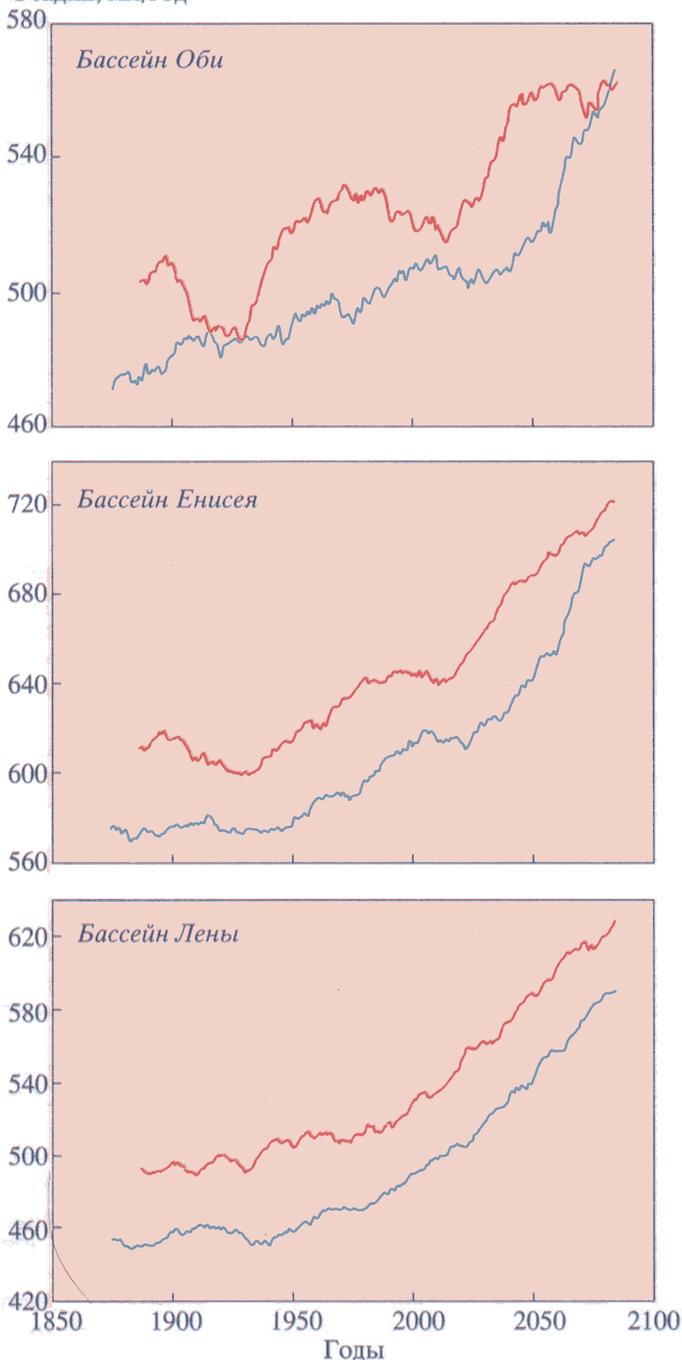
ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЙ СТОКА

В целом для XXI в., по сравнению с XX в., выявлено (на модели) **общее увеличение стока сибирских рек**, что связано с соответствующим увеличением региональных осадков. Наибольшее увеличение получено для стока Лены – почти на четверть.

Согласно модельным оценкам, тренды среднегодового стока сибирских рек в прошедшем веке менее значимы, чем в наступившем; за исключением Оби и, может быть, Енисея они незначительны. Тенденции увеличения среднегодовых осадков в XX в. для бассейнов всех трех рек проявляются более четко, чем для стока. В XXI в. положительные тренды оценены значимыми для всех трех анализировавшихся моделей не только для осадков, но и для стока всех рек (не менее 20% для Оби, около 20% для Енисея и более трети для Лены).

Заметны междекадные вариации стока сибирских рек. В частности, отмечено общее падение модельно-

Осадки, мм/год



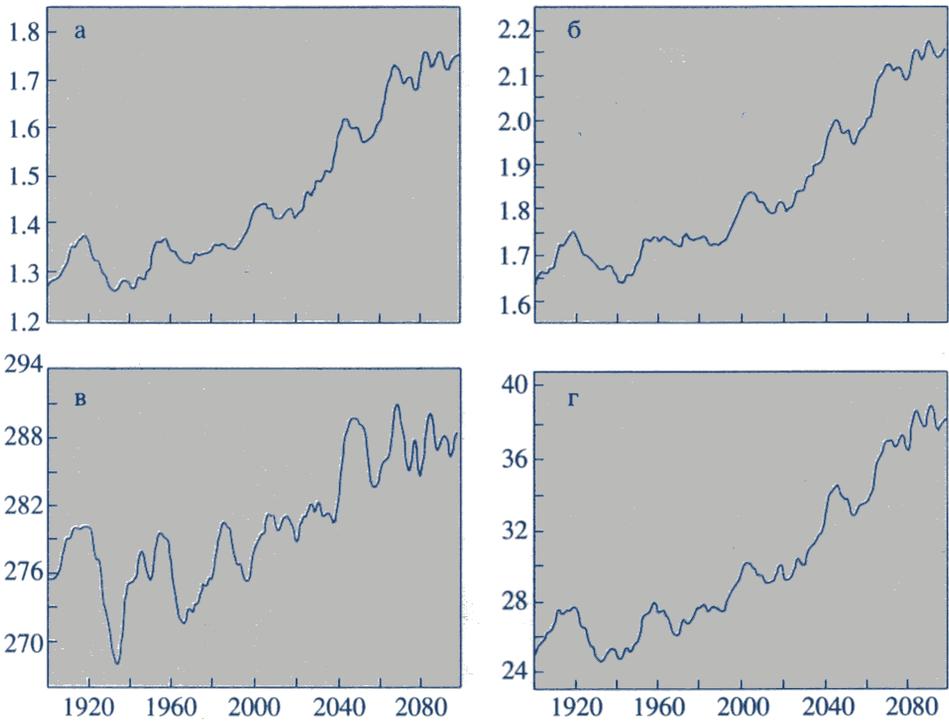
Изменения осадков сибирских рек (со скользящим 30-летним осреднением) в XIX–XXI вв. для двух климатических моделей общей циркуляции.

го стока Оби (и Енисея) для первой половины следующего столетия с ростом к концу его. Выявлена также тенденция увеличения диапазона межгодовых вариаций стока сибирских рек (и осадков в их бассейнах) в XXI в.

Достаточно сильно различается чувствительность стоков разных рек к изменению температурного режима полушария. Эти различия объясняются как широтным, так и долготным положением бассейнов рек. Различия и нелинейные эффекты обусловлены также влиянием атмосферных центров действия, в частности Сибирского антициклона.

Увеличение стока рек связано со значительным ростом осадков к северу от 50° с.ш., особенно зимой. В средних же и субтропических широтах (преимущественно летом) и во внутриконтинентальных областях отмечается ослабление осадков, что в сочетании с ростом испарения приводит к уменьшению стока рек. Для рек, бассейны которых располагаются в регионах с различными тенденциями изменения водного баланса, общая направленность изменения стока рек определяется соотношением вкладов соответствующих частей речного бассейна.

Результаты анализа свидетельствуют о том, что особенно четко усиление стока может проявиться при глобальном потеплении в XXI в. для Лены, большая часть бассейна которой (по сравнению с Енисеем, а тем более —



Изменения количества (а) и интенсивности осадков, мм/сутки (б), а также числа дней с осадками (в) и числа дней с сильными осадками (г) для бассейна Лены в XX–XXI вв., по модельным оценкам Метеорологического института Макса Планка.

с Обью) находится в высоких широтах. А для Оби, да и для Енисея (до некоторых пределов общего потепления), отмечается даже уменьшение осадков в бассейне и, соответственно, стока. И только **после определенной (“критической”) величины потепления** становится заметной **тенденция среднего роста осадков и стока**. Такие “критические” значения глобального или

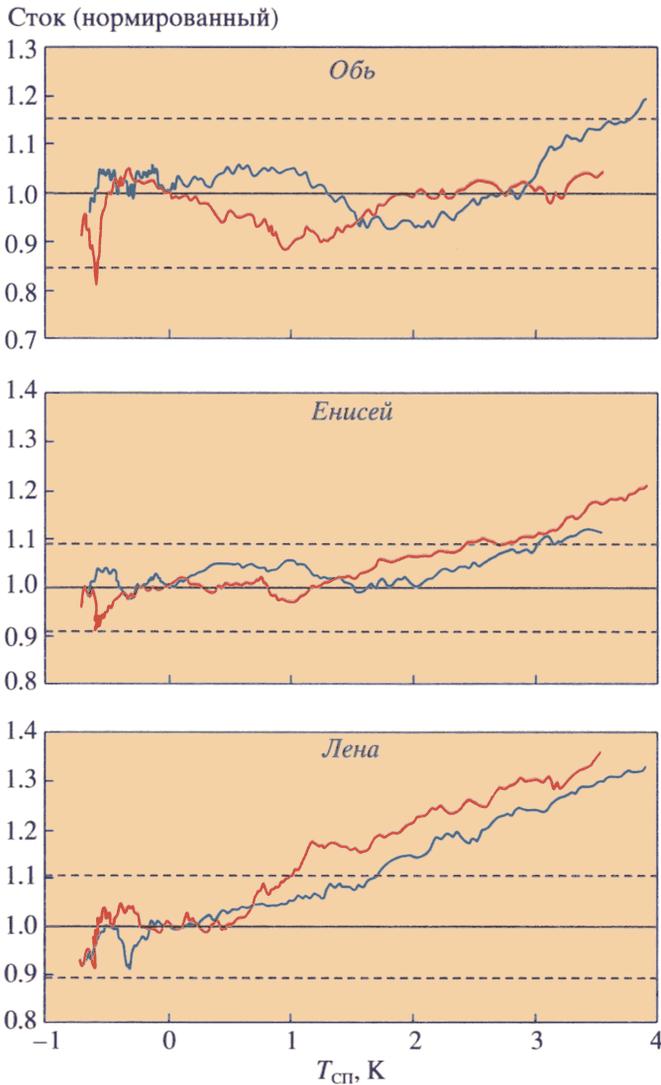
полушарного потепления различны в разных бассейнах рек. Для **Лены** тенденция усиления стока при потеплении выявлена уже при слабом увеличении приповерхностной температуры Северного полушария ($\Delta T_{\text{СП}}$) относительно фонового режима 1961–90 гг. Модельный сток Лены выходит за диапазон межгодовой изменчивости, по данным наблюдений, при $\Delta T_{\text{СП}} > (1 \div 1.7)\text{K}$. Соответствующий выход за диапазон двух среднеквадратических отклонений проявляется при $\Delta T_{\text{СП}} > (2 \div 2.6)\text{K}$.

В бассейне **Енисея** подобные изменения проявляются при значительном большем потеплении с $\Delta T_{\text{СП}} > (1.3 \div 2)\text{K}$. За диапазон среднеквадратических отклонений, по дан-

ных наблюдений, модельный сток выходит при $\Delta T_{\text{СП}} > (2.5 \div 3)\text{K}$.

Для Оби необратимая в XXI в. тенденция увеличения стока проявляется только при увеличении температуры не менее чем на $(1 \div 2)\text{K}$ (примерно как и для Енисея). За диапазон среднеквадратических отклонений, по данным наблюдений, сток Оби выходит только для одной модели, если $\Delta T_{\text{СП}} > (3.8)\text{K}$. Межгодовая изменчивость заметно меньшего стока Оби сопоставима с двумя другими сибирскими реками.

В целом на фоне значительной межгодовой изменчивости модельные расчеты выявили, что при продолжающемся глобальном потеплении в XXI в. будут происходить общий рост



Относительные изменения среднегодового стока Оби, Енисея и Лены в зависимости от вариаций приповерхностной температуры Северного полушария для двух климатических моделей общей циркуляции со скользящим 30-летним осреднением. Пунктирные линии характеризуют диапазон межгодовой изменчивости (среднеквадратические отклонения) среднегодового стока, по данным наблюдений.

осадков в бассейнах и увеличение стока великих сибирских рек, особенно значительное для Лены. Су-

щественно увеличивается вероятность наводнений, что объясняется большим снегонакоплением и быст-

рым таянием. Весна 2001 г. это наглядно продемонстрировала (Земля и Вселенная, 2001, № 5).

Спутник “Коронас-Ф” наблюдает Солнце вблизи максимума активности

В.Д. КУЗНЕЦОВ,
доктор физико-математических наук
первый заместитель директора ИЗМИРАН

В последнее время в мировой науке и практике заметно возросло значение исследований Солнца и солнечно-земных связей. Эти исследования ведутся как наземными, так и космическими средствами наблюдений. Наибольшие успехи достигнуты благодаря космическим научным спутникам (Земля и Вселенная, 2000, № 2). Многие виды наблюдений, например в рентгеновском и ультрафиолетовом диапазонах спектра, возможны только из космоса, и этим определяется значимость космических исследований в физике Солнца и солнечно-земной физике. Ученые все больше узнают о влиянии факторов “космической погоды” на геосреду и различные сферы человеческой деятельности, в связи с этим возрастает практическое значение исследований в данной области. Многие фундаментальные научные проблемы физики Солнца, звезд и плазменной ас-



трофизики предстоит решить, наблюдая Солнце.

Солнечные источники “космической погоды” являются основными. Они довольно часто нарушают “спокойствие” на Земле и в околоземном космическом пространстве. Достаточно сказать, что в течение 11-летнего цикла солнечной активности на Солнце происходит около 37 тыс. вспышек (по данным за 22-й цикл солнечной активности, 1986–

96 гг.). В максимуме солнечного цикла в среднем происходит вспышка за 1–2 ч, в минимуме – 1–2 вспышки в день. Другие мощные проявления солнечной активности – выбросы коронального вещества – происходят в среднем 5–10 раз в день в максимуме цикла, и только небольшая их часть распространяется в направлении Земли и вызывает геомагнитные бури (Земля и Вселенная,

1993, № 4). За солнечный цикл на Земле под действием различных солнечных источников (выбросы коронального вещества, вспышки и связанные с ними ударные волны, высокоскоростные потоки солнечного ветра и т.д.) происходит около 500 магнитных бурь, которые влияют на состояние здоровья людей и могут приводить к опасным, а в ряде случаев и катастрофическим воздействиям на технические системы. Достаточно упомянуть известное событие в марте 1989 г., когда на 9 часов штат Квебек (Канада) был обесточен из-за наведенных в линиях электропередач индукционных то-

ков и отклонения защитных реле. Во время магнитных бурь в подводных трансатлантических кабелях связи наблюдаются сбои из-за необычно высоких значений напряжения, спутники на низких орбитах изменяют параметры полета вследствие "разбухания" ионосферы и изменения лобового сопротивления, сильные ионосферные возмущения нарушают радиосвязь и работу навигационных систем, наведенные токи, разрушая антикоррозийную защиту в протяженных трубопроводах, уменьшают срок их эксплуатации и наносят ощутимый экономический ущерб. Эти примеры

свидетельствуют о глобальности воздействия солнечной активности на Землю и необходимости ее контроля в интересах устойчивого функционирования различных технических систем и народного хозяйства в целом.

В настоящее время Солнце находится вблизи максимума 11-летнего цикла активности, который был достигнут в апреле 2000 г. Высокий уровень активности продлится в течение 2-3 лет (Земля и Вселенная, 2001, № 2, а также см. статью В.Н. Ишкова в этом номере на с. 23). Максимум 24-го солнечного цикла ожидается в 2010-13 гг.

НАУЧНАЯ ПРОГРАММА "КОРОНАС-Ф"

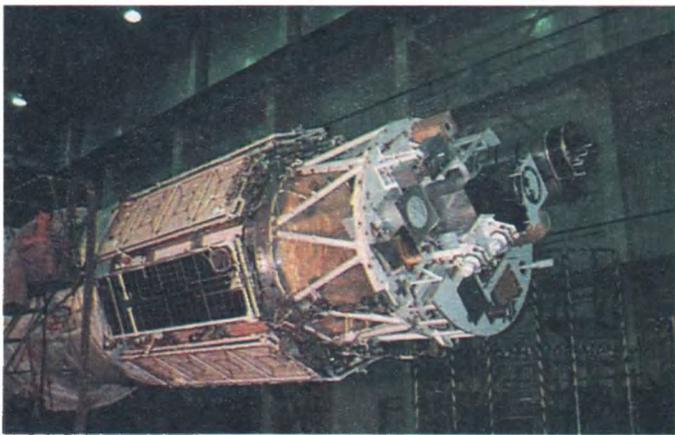
Для исследования Солнца и солнечно-земных связей на разных фазах 11-летнего солнечного цикла в Институте земного магнетизма ионосферы и распространения радио-

волн РАН (ИЗМИРАН) разработана и успешно осуществляется международная программа "КОРОНАС" (Комплексные Орбитальные Околосолнечные Наблюдения Активности Солнца). В рамках этой программы первый научный спутник, "Коронас-И" (запу-

щен в 1994 г.), наблюдал Солнце вблизи минимума его активности. Второй спутник, "Коронас-Ф", запущенный 31 июля 2001 г. с космодрома Плесецк при помощи ракеты-носителя "Циклон-3", исследует солнечную активность вблизи максимума текущего 23-го цикла.

Орбита ИСЗ "Коронас-Ф" (высота 500.9×548.5 км, наклонение 82.49° , период обращения 94.859 мин) обеспечивает повторяющиеся периоды непрерывных наблюдений за Солнцем длительностью около 20 сут, что особенно важно для патрулирования сол-

Спутник "Коронас-Ф", пристыкованный к ракете "Циклон-3", перед запуском на космодроме Плесецк. Фото ИЗМИРАН.

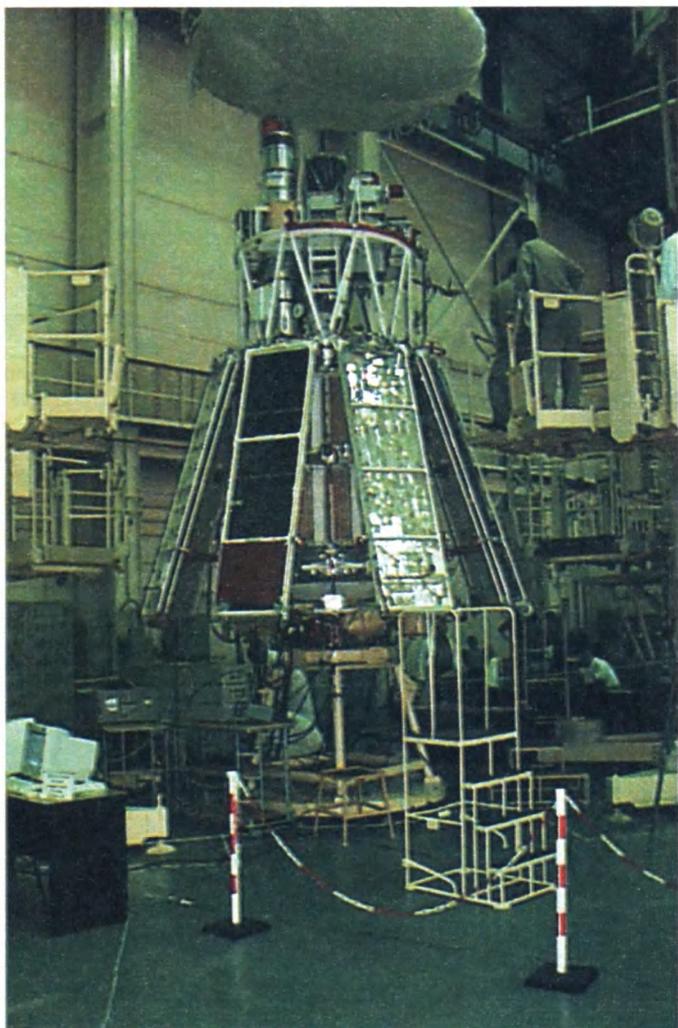


Научный космический аппарат "Коронас-Ф" перед запуском при проверке его бортовых систем и аппаратуры. Фото ИЗМИРАН.

нечных явлений и вспышек, регистрации глобальных колебаний Солнца.

Основные научные задачи проекта "Коронас-Ф" — наблюдение глобальных колебаний Солнца, изучение сейсмологии его недр и внутреннего строения, комплексное исследование мощных динамических процессов активного Солнца (активные области, вспышки, выбросы плазмы) в широком диапазоне длин волн от оптики до гамма, изучение солнечных космических лучей, ускоренных во время активных явлений на Солнце, условий их выхода, распространения в межпланетном магнитном поле и воздействия на магнитосферу Земли.

Спутник "Коронас-Ф", оснащенный 16 научными приборами и системой сбора информации успешно работает на орбите, получает и передает на Землю ценные данные о солнечной активности и ее проявлениях в околоземном космическом пространстве. По своему составу и характеристикам комплекс научной аппаратуры КА "Коронас-Ф" уникален. Он регистрирует солнечные излучения и солнечные космические лучи в широком диапазоне энергий, обеспечивая комплектность исследований Солнца и солнечно-земных связей. Хорошая стабилизация спутника позволяет получать высокое пространственное



разрешение наблюдений и важную для исследований локализацию активных явлений на Солнце в диапазоне излучений от ультрафиолета до рентгена.

ГЛОБАЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ СОЛНЦА И ЕГО ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ

Наблюдаемая активность Солнца является отражением процессов, происходящих в его глубинных слоях. В ядре Солнца бусуют термоядерные реак-

ции, выделяемая энергия которых переносится к внешним слоям, порождая сложную структуру и динамику этих слоев — конвективную зону, фотосферу, хромосферу, корону и солнечный ветер. Взаимодействие вращения Солнца с конвекцией приводит к дифференциальному характеру вращения среды в конвективной зоне (нетвердотельному вращению с зависимостью угловой скорости вращения от глубины и широты) и определяет

Приборы научного спутника “Коронас-Ф”

Прибор	Назначение	Организация-разработчик прибора	Научные руководители эксперимента
<i>Гелиосейсмология</i>			
Многоканальный фотометр ДИФОС	Гелиосейсмологический мониторинг	ИЗМИРАН	В.Н. Ораевский
<i>Построение монохроматических изображений с высоким угловым разрешением</i>			
Солнечный рентгеновский телескоп СРТ-К	Исследование пространственной структуры и динамики верхней атмосферы Солнца по узкополосным XUV-изображениям	ФИАН	И.И. Сوبельман, И.А. Житник
Рентгеновский спектрогелиограф РЕС-К	Диагностика горячей плазмы солнечной атмосферы по изображениям в спектральных линиях X- и XUV-диапазонов	ФИАН	И.И. Сوبельман, И.А. Житник
Спектрофотометр ДИОГЕНЕСС	Исследование рентгеновского излучения активных областей и вспышек на Солнце	ЦКИ ПАН*	Я. Сильвестр
<i>Измерение потоков и поляризации электромагнитного излучения (от УФ до γ-излучения)</i>			
Рентгеновский спектрометр РЕСИК	Исследование рентгеновского излучения Солнца с высоким спектральным разрешением	ЦКИ ПАН*	Я. Сильвестр
Солнечный спектрополяриметр СПР-Н	Исследование поляризации рентгеновского излучения солнечных вспышек	ФИАН, НИИЯФ	И.И. Сوبельман, И.П. Тиндо, С.И. Свертилов
Вспышечный спектрометр ИРИС	Исследование вспышечной активности Солнца в рентгеновском диапазоне спектра	ФТИ	Г.Е. Кочаров
Гамма-спектрометр ГЕЛИКОН	Исследование вспышечной активности Солнца в рентгеновских и гамма-лучах	ФТИ	Е.П. Мазец
Рентгеновский спектрометр РПС-1	Исследование рентгеновского излучения солнечных вспышек и их предвестников	ИКИ РАН, МИФИ	В.М. Панков, Ю.Д. Котов
Амплитудно-временной спектрометр АВС	Исследование рентгеновского и гамма-излучения солнечных вспышек	МИФИ	Ю.Д. Котов
Солнечный ультрафиолетовый радиометр СУФР-Сп-К	Исследование вариаций интегрального потока ультрафиолетового излучения Солнца	ИПГ	Т.В. Казачевская
Ультрафиолетовый солнечный спектрофотометр ВУСС-Л	Исследование ультрафиолетового излучения Солнца вблизи резонансной линии водорода H_{α}	ИПГ	А.А. Нусинов
<i>Исследования солнечных корпускулярных потоков</i>			
Комплекс приборов для исследования солнечных космических лучей СКЛ (приборы СОНГ, СКИ-3, МКЛ)	Исследование солнечных космических лучей	НИИЯФ МГУ	С.Н. Кузнецов
Система сбора научной информации ССНИ	Управление комплексом научной аппаратуры и сбор научной информации	ИЗМИРАН	В.Н. Ораевский, А.И. Степанов

* ЦКИ ПАН – Центр космических исследований Польской академии наук.

сложную картину регенерации магнитного поля, которая, в свою очередь, вызывает образование на поверхности Солнца актив-

ных областей и связанных с ними вспышек, выбросов, корональных дыр. Изучение внутреннего строения Солнца является ключе-

вым моментом для понимания природы солнечной активности. Важны такие характеристики внутренних слоев Солнца, как рас-

Размещение научных приборов на ИСЗ "Коронас-Ф".
Фото ИЗМИРАН.

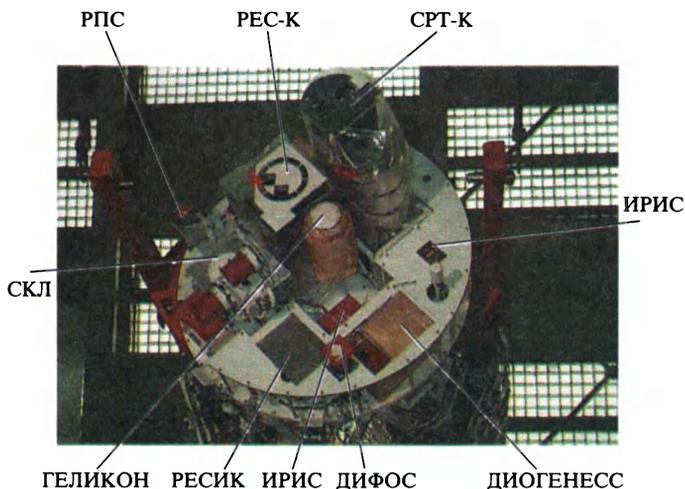
пределение по глубине плотности и температуры, зависимость угловой скорости от радиуса и широты, глубина конвективной зоны.

МЕТОД ГЕЛИОСЕЙСМОЛОГИИ

Одно из наиболее действенных современных методов изучения внутреннего строения Солнца – гелиосейсмология, основанная на изучении спектра собственных колебаний Солнца (Земля и Вселенная, 1983, № 3).

Гелиосейсмология родилась в 1960 г., когда были обнаружены 5-минутные колебания, охватывающие всю поверхность Солнца. Впоследствии было установлено, что их спектр состоит из множества отдельных линий. Каждая составляющая спектра – отдельная мода (р-мода) собственных глобальных акустических колебаний Солнца – газообразного тела в форме шара. Мода – вид колебаний (обозначаются буквами l , m , n), определяющих на Солнце число целых длин волн по широте, азимуту и радиусу.

Наблюдения собственных колебаний открыли уникальную возможность изучения внутреннего строения Солнца, которое до этого казалось совершенно невозможным для непосредственных исследований за исключением



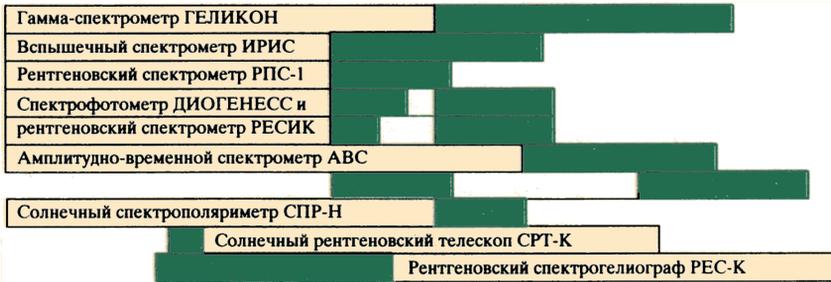
методов крайне дорогостоящей нейтринной астрономии. Более того, возможности гелиосейсмологии существенно шире, чем у нейтринной астрономии, позволяющей получить информацию о протекании ядерных реакций только в самых глубоких областях Солнца. С помощью гелиосейсмологии можно исследовать строение Солнца, начиная с конвективной зоны вплоть до солнечного ядра. В спектре собственных колебаний содержатся

сведения о температуре, давлении, магнитных полях, скорости вращения в зависимости от глубины. Сравнение наблюдаемых частот глобальных колебаний, выделяемых по пикам в спектре мощности, с результатами расчетов по теоретическим моделям составляет основу изучения реальной внутренней структуры и динамики Солнца. Поэтому первичной задачей гелиосейсмологии (по аналогии с оптической спектроскопией)

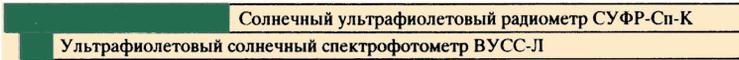
Исследование глобальных колебаний Солнца

Спектрофотометр ДИФОС

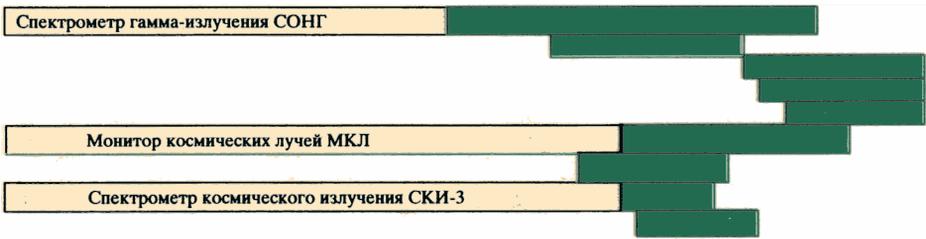
Исследование солнечных вспышек



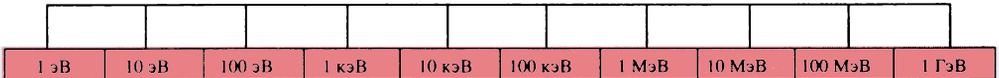
Исследование ультрафиолетового излучения Солнца



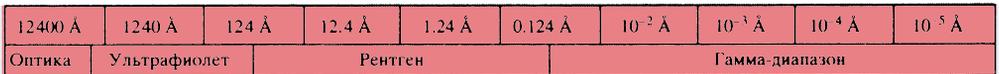
Исследование солнечных космических лучей



Логарифмическая шкала энергий



Логарифмическая шкала длин волн



является точное определение характеристик спектра, таких как частоты, амплитуды и фазы мод колебаний, ширина, асимметрия и расщепление линий.

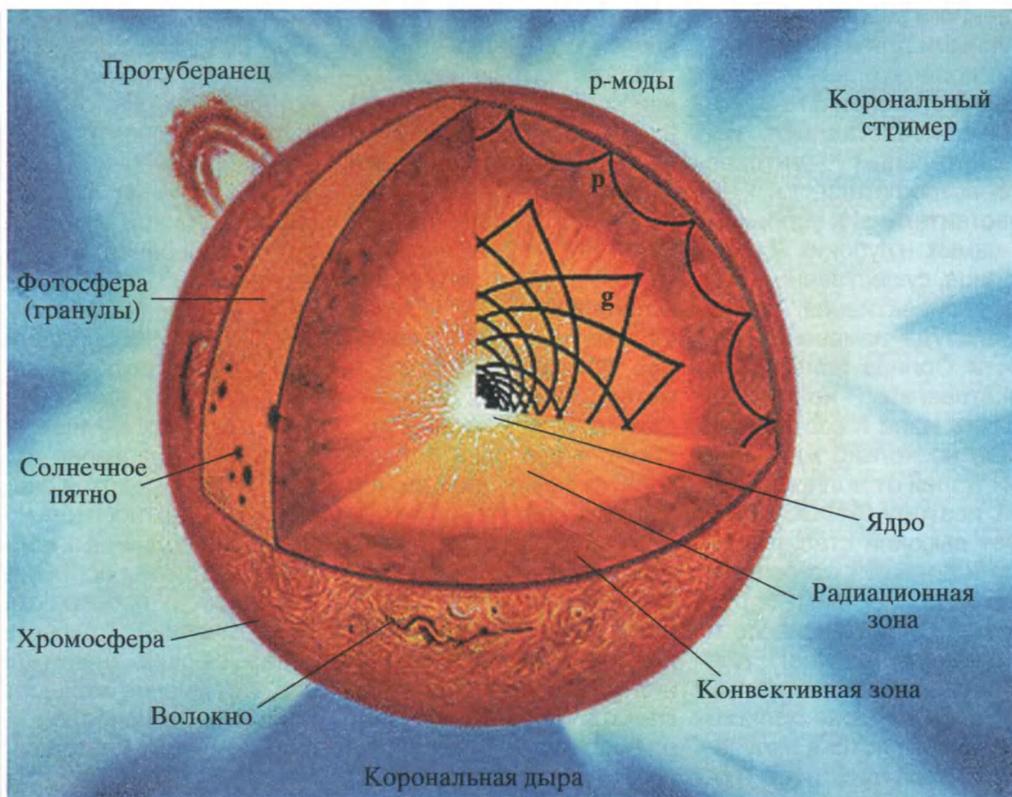
КОСМИЧЕСКАЯ
(ВНЕАТМОСФЕРНАЯ)
ГЕЛИОСЕЙСМОЛОГИЯ

Наземные наблюдения
глобальных колебаний

сталкиваются с рядом трудностей. Для максимального пространственного и частотного разрешения спектра глобальных колебаний необходимы непрерывные наблюдения в течение, по крайней мере, двух недель, т.к. частотное разрешение обратно пропорционально времени наблюдения. При наблюдениях с поверхности Зем-

Диапазоны измерительных каналов ИСЗ "КОРОНАС-Ф" (заштрихованные области) и соответствующая им логарифмическая шкала энергий и длин волн.

ли это возможно лишь при наличии нескольких пунктов, разнесенных по долготе и оснащенных одинаковой аппаратурой, либо при наблюдениях из полярных



Строение Солнца. Рисунок иллюстрирует p- и g-моды глобальных колебаний Солнца.

областей, и то при хорошей погоде. Помимо этого, нестабильность земной атмосферы и ее собственные колебания значительно снижают соотношение сигнал-шум, а наблюдения в некоторых частях спектра, например в ультрафиолете, невыполнимы из-за сильного поглощения атмосферой солнечного излучения. Космические эксперименты позволяют устранить помехи, связанные с нестабильностью земной атмосферы, исключить точную модуляцию длительного ряда данных при

наземных наблюдениях (ночные пропуски) и получить наиболее надежные результаты по p-модам низких степеней. Солнечно-синхронная орбита спутника "Коронас-Ф", обеспечивающая непрерывность наблюдений в течение 20 сут, позволяет надежно проследить динамику различных мод глобальных колебаний – фазы роста, насыщения и уменьшения амплитуды, развивающиеся от нескольких часов до нескольких дней.

Во время проведения эксперимента ДИФОС на ИСЗ "Коронас-И" получен непрерывный (продолжительностью 52 сут) ряд данных о вариациях интенсивности солнечного излучения в трех спектральных

диапазонах, на основе которых определены спектральные характеристики 50 мод собственных колебаний Солнца и получено с высокой точностью соответствие частот и амплитуд выделенных p-мод колебаний наземным наблюдениям. Экспериментально показано также частотное расщепление p-мод вследствие вращения Солнца.

На спутнике "Коронас-Ф" многоканальный фотометр ДИФОС получает информацию о солнечных колебаниях на основе фотометрического метода – следит за изменением яркости всего Солнца, вызванным глобальными колебаниями. При таких наблюдениях (без простран-

ственного разрешения) доступны для изучения будут колебательные моды низких степеней с $l \leq 3$, которые представляют исключительный интерес для астрофизики, т.к. они чувствительны к условиям в самых глубоких слоях Солнца, существенно глубже конвективной зоны. Амплитуда изменения яркости Солнца вследствие собственных колебаний крайне мала и составляет всего несколько миллионов долей от полной яркости, поэтому ДИФОС обладает высокой стабильностью и большой разрешающей способностью (2×10^{-6} от полной интенсивности излучения Солнца) для выделения столь малых сигналов на фоне полного солнечного потока излучения. Характеристики фото-

мометра ДИФОС ("Корона-Ф") определены с учетом результатов наблюдений солнечных колебаний в проекте "Корона-И" и на европейском спутнике "SOHO" (запущен 2 декабря 1995 г.; Земля и Вселенная, 1997, № 2) по программе гелиосейсмологических исследований. Не уступая фотометрам SPM (наиболее близким аналогам) в метрологических параметрах, ДИФОС ("Корона-Ф") имеет в два раза больше спектральных диапазонов наблюдения.

Прибор ДИФОС позволяет получать высококачественные непрерывные ряды данных об интенсивности солнечного излучения в широком диапазоне спектра от ближнего ультрафиолета до инфракрасного (в шести спектральных

диапазонах наблюдения – 350, 500, 650, 850, 1100 и 1500 нм; $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$), которые используются для построения спектров собственных колебаний Солнца, вычисления характеристик и тонкой структуры p -мод колебаний Солнца, уточнения на их основе модели внутреннего строения Солнца или определения с более высокой точностью частот, амплитуд и фаз p -мод солнечных колебаний в диапазоне от 0 до 5 мГц. Изучаются зависимости относительной мощности солнечных колебаний от длины волны наблюдения и проверяются теоретические расчеты, показывающие значительное увеличение мощности колебаний в наиболее информативной ультрафиолетовой части спектра;

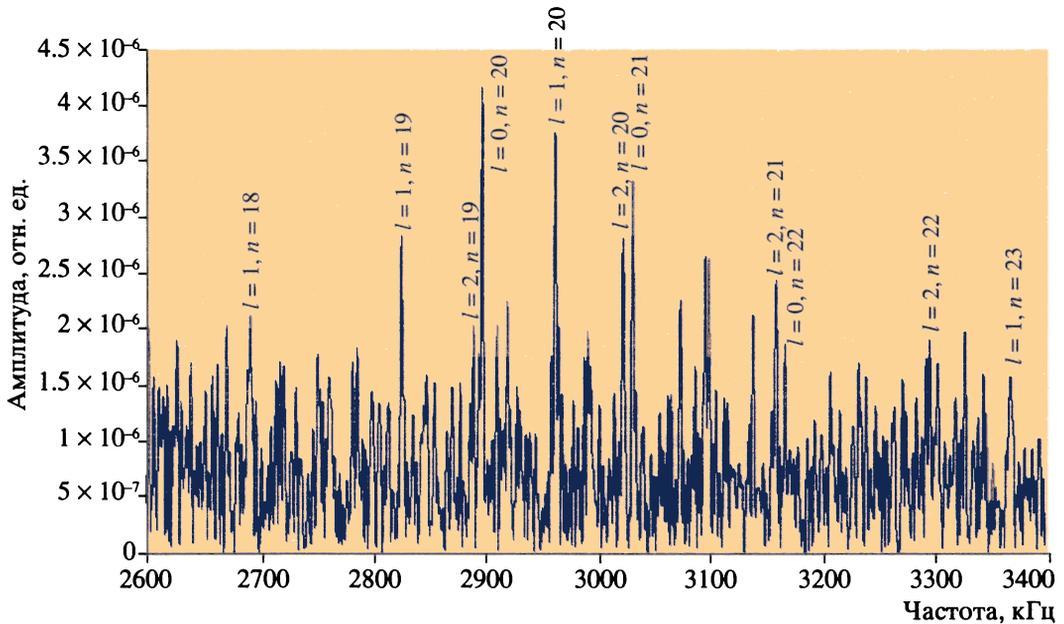


Диаграмма относительных амплитуд мод 5-минутных колебаний Солнца на длине волны 350 нм по результатам обработки данных фотометра ДИФОС (числа l и n характеризуют данную моду колебаний, которая связана с параметрами и структурой внутренних слоев Солнца).

взаимодействия акустических и тепловых волн в верхних слоях конвективной зоны, в частности с использованием наблюдений в диапазоне 1500 нм, в котором излучение выходит из наиболее глубоких слоев фотосферы. Данные ДИФОС позволяют выяснить природу вариаций “солнечной постоянной” и выделить вклад в эти вариации проявлений солнечной активности (пятен, факелов, хромосферной сетки); установить связь параметров собственных колебаний (спектральный состав, мощность, время жизни, вариации частоты) с проявлениями солнечной активности и определить условия возникновения колебаний; изучить зависимость параметров наблюдаемых глобальных колебаний от 11-летнего цикла солнечной активности; определить значения скорости звука, распределение плотности и скорости вращения внутренних слоев Солнца.

Можно проследить относительные амплитуды мод 5-минутных колебаний Солнца (частотный спектр) на длине волны 650 нм по результатам обработки данных прибора ДИФОС. Аналогичные спектры получены и для других каналов фотометра. Их анализ дает уверенную идентификацию p -мод со степенями $l = 0, 1, 2$. На каждом таком спектре в диапазоне 2.5–3.5 мГц выделяется 10–15 мод колебаний. Числа над спектральными пиками определяют значения l и p для данных мод колебаний. Средние относи-

тельные амплитуды колебаний составляют от 10^{-6} до 10^{-5} в зависимости от спектрального диапазона наблюдения.

Практически все параметры собственных мод колебаний (частота, ширина линий в спектре мощности, величина вращательного расщепления частот) обнаруживают слабые изменения, которые коррелируют с фазой цикла солнечной активности и отражают происходящие в недрах Солнца возмущения, вызываемые солнечной активностью. Кроме того, в отдельные интервалы времени в течение коротких периодов (порядка нескольких часов) обнаруживаются быстрые и не зависящие от степени и порядка мод изменения амплитуды пиков мод. Частота колебаний p -мод значительно изменяется за месяц, и эти изменения коррелируют с изменениями солнечной активности и ее индексами, характеризующими величину среднего магнитного поля и состояние хромосферы.

Амплитуда колебания моды зависит от длины волны, на которой она наблюдается, и определяется глубиной формирования излучения в солнечной атмосфере на этой длине волны. Прослеживается зависимость относительных амплитуд колебаний, полученных путем усреднения по модам для каждого канала фотометра ДИФОС, от длины волны. Эта зависимость совпадает с результатами измерений в диапазоне наземных наблюдений и является экс-

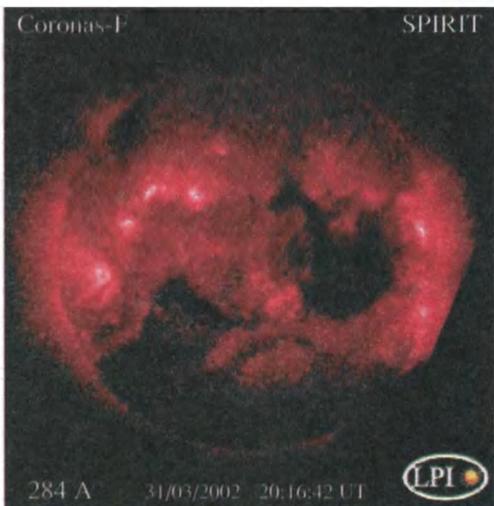
периментальным основанием для проверки результатов теоретических расчетов и моделирования условий формирования излучения в области длин волн 350–1500 нм.

РЕНТГЕНОВСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ СОЛНЦА

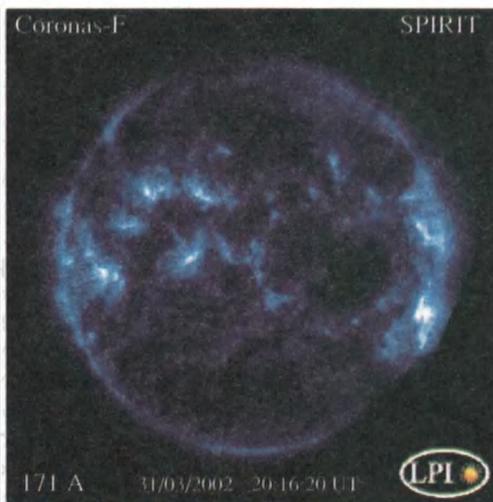
Визитной карточкой любого современного солнечного космического проекта стало получение изображений Солнца, отображающих наиболее характерные “черты его лица”. На спутнике “Коронас-Ф” в рамках эксперимента СПИРИТ (ФИАН) реализовано новое направление в солнечной астрофизике – изображающая рентгеновская спектроскопия, позволяющая по монохроматическим изображениям Солнца восстанавливать трехмерную структуру и исследовать динамику плазменных образований солнечной атмосферы в широком диапазоне существующих на Солнце температур – от 5×10^4 до 5×10^7 К. Рентгеновский телескоп спутника “Коронас-Ф” имеет возможность наблюдать Солнце с высоким пространственным, спектральным и временным разрешением, получаемым сразу в нескольких спектральных каналах, каждому из которых на Солнце отвечают области излучения с определенной температурой (монотемпературные слои). Наблюдения в спектральных каналах дают интенсивности излучения срезов солнечной атмосферы по слоям, которые и используются для восста-



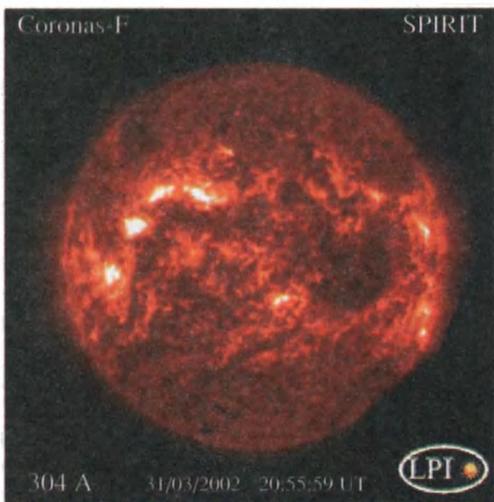
$1.6 \times 10^6 \text{ K}$



$2 \times 10^6 \text{ K}$



$1.3 \times 10^6 \text{ K}$



$0.05 \times 10^6 \text{ K}$

Изображения Солнца в каналах рентгеновского телескопа, соответствующих температурным слоям в интервале $0.05\text{--}2 \times 10^6 \text{ K}$ (эксперимент СПИРИТ). Видны локальные и крупномасштабные плазменные образования, сложная структура магнитных полей, а также область вспышки. Указаны дата снимков и время по Гринвичу, а в нижнем левом углу – длины волн наблюдений. Фото ИЗМИРАН.

новления реальной структуры и диагностики солнечной атмосферы и существующих в ней образований – активных областей, корональных петель и аркад, корональных дыр, ярких точек, протуберанцев. Реализованная в рентгеновском телескопе ИСЗ

“Коронас-Ф” одновременность наблюдения в разных спектральных каналах (т.е. разных по температуре, а значит и по высоте, слоев солнечной атмосферы) обеспечивает возможность проследивать динамику плазменных образований солнечной атмосфе-

ры (вспышек, выбросов и т.д.) на основе сравнения последовательных снимков и таким образом создавать фильмы о “жизни Солнца”. В результате в монохроматических рентгеновских изображениях Солнца впервые обнаружены динамические плаз-

менные структуры с температурами около 10^7 K, что почти на порядок превышает температуру солнечной короны.

Спектрогелиограммы в областях длин волн 177–207 Å и 285–335 Å дают одновременные спектры плазменных структур в солнечной атмосфере с пространственным, спектральным и временным разрешением, соответственно $5'' \times 100''$ и $8'' \times 160''$, 0.02 и 0.04 Å и до 2 с. За время работы спутника получено более 100 тыс. снимков Солнца в различных линиях рентгеновского диапазона, восстановлены трехмерные изображения и динамика солнечной короны для отдельных периодов активности Солнца. Ежедневно регистрируется более 200 изображений Солнца.

СОЛНЕЧНЫЕ ВСПЫШКИ

Солнечные вспышки являются наиболее мощными проявлениями солнечной активности. Во время вспышек на Солнце происходит выделение огромного количества энергии (до 10^{32} эрг), запасаемой в магнитных полях в виде токовых систем. Заряженные частицы (электроны, протоны, ядра) ускоряются до высоких энергий (электроны до ультрарелятивистских энергий, более 200 кэВ, протоны до 10–100 МэВ и в очень редких случаях до 1–10 ГэВ). При взаимодействии с плазмой солнечной атмосферы пучки ускоренных частиц порождают жесткое электромагнитное излучение в диапазоне от рентгеновских до гамма-

лучей (при распространении пучков вглубь солнечной атмосферы) и радиовсплески, ударные волны и возмущения солнечного ветра (при распространении в корону). Аналогичные солнечным вспышкам мощные процессы выделения энергии происходят и на удаленных от нас звездах, но только на Солнце мы можем в деталях изучить физику вспышек и понять их механизм. Научные приборы на спутнике “Коронас-Ф” регистрируют вспышечное излучение в широком диапазоне энергий с высоким временным и спектральным разрешением. Совокупность наблюдений и измерений, которые выполняют приборы “Коронас-Ф”, предназначенные для изучения солнечных космических лучей, позволит лучше понять механизм ускорительного процесса частиц в солнечных вспышках, одного из наиболее мощных в Солнечной системе и наиболее близкого во Вселенной.

Получаемые приборами РЕСИК и ДИОГЕНЕСС рентгеновские спектры солнечного излучения сравнимы по спектральному и временному разрешению с самыми лучшими наблюдениями, выполненными до сих пор. Если при больших потоках рентгеновского излучения детекторы всех действующих в настоящее время на орбите приборов насыщаются (т.е. не регистрируют потоки выше определенного порога), то прибор ДИОГЕНЕСС сейчас единственный в мире работающий спектрометр, регистрирующий спектры мощ-

ных вспышек (например, вспышка 25 августа 2001 г.). По спектрам, получаемым приборами ДИОГЕНЕСС и РЕСИК, определяются эффекты изменения ширины спектральных линий и изучается плазменная турбулентность при эволюции вспышки. Относительные интенсивности излучения в линиях содержат информацию об энергетическом балансе во вспышках, о не-максвелловских и неравновесных процессах в области выделения энергии вспышки. В спектральном диапазоне (3–7 Å) для рентгеновских вспышек подобные спектры с высоким пространственным разрешением (~5'') получены впервые. Спектры этих приборов показывают также наличие множества линий излучения, образованных за счет процессов столкновительного возбуждения атомов, возбуждения внутренних оболочек атомов и диэлектрической рекомбинации и позволяющих осуществить детальную диагностику вспышечной плазмы.

Вспышечный спектрометр ИРИС выполняет спектральные измерения с высоким временным разрешением, которые до настоящего времени не проводились ни в одном эксперименте по исследованию рентгеновского излучения Солнца. Наблюдения тонкой временной структуры потоков жесткого рентгеновского излучения дают прямую информацию о развитии процессов энерговыделения на взрывной фазе вспышек и помогают лучше понимать их физический механизм.

С помощью прибора ГЕЛИКОН контролируют радиационную обстановку в околоземном космическом пространстве и солнечные вспышки с мягким энергетическим спектром, обнаруживают и детально регистрируют жесткие вспышки и гамма-всплески.

События типа солнечная вспышка – гамма-всплеск исследуются с помощью амплитудно-временного спектрометра ABC: получают энергетические спектры для разных фаз, восстанавливают дифференциальный энергетический спектр и изучают различные спектральные особенности, обусловленные аннигиляцией электрон-позитронных пар, рождающихся во вспышках, и другими высокоэнергичными процессами.

Наблюдение вспышечных излучений на спутнике “Коронас-Ф” в широком спектральном диапазоне поможет лучше понять механизм вспышек, изучить физику и построить модели этого важного для астрофизики явления, а также сформулировать вероятностные критерии их прогноза, как наиболее мощных и опасных солнечных источников, влияющих на “космическую погоду”.

5 февраля 2002 г. запущен американский спутник “RHESSI” (Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager – высокоэнергетические солнечные спектроскопические изображения). На его борту находится многоканальный прибор, который сможет дополнить наблюдения жест-

кого рентгеновского и гамма-излучения Солнца “Коронас-Ф”, уточняя локализацию источников этих излучений на Солнце.

Достигая Земли, вспышечные излучения, ускоренные частицы и возмущения солнечного ветра воздействуют на ее магнитосферу и атмосферу, повышают радиационную опасность в околоземном космическом пространстве и приводят к многочисленным эффектам, которые стали предметом исследований, связанных с “космической погодой” (Земля и Вселенная, 2000, №№ 1 и 3). Научная аппаратура СКЛ выполняет комплексные исследования солнечных космических лучей и их проявлений в околоземном космическом пространстве. С помощью прибора СОНГ регистрируются спектры рентгеновского и гамма-излучений, детальные спектры гамма-линий, нейтроны, потоки заряженных частиц космических лучей – протонов с энергиями и электронов. Прибор МКЛ измеряет потоки и спектры протонов и электронов, а прибор СКИ-3 измеряет химический состав и спектры ионов. По сравнению с приборами, установленными на действующих космических аппаратах “SOHO” и “Yohkoh”, спектрометр СОНГ регистрирует энергичные (с энергиями до 100 МэВ) гамма-кванты, что, в свою очередь, дает возможность наблюдать гамма-кванты от распада π^0 мезонов, образующихся во взаимодействиях высокоэнергичных протонов.

Приборы спутника регистрируют также ультрафиолетовое излучение Солнца как звезды, которое воздействует на верхние слои атмосферы Земли и является важной характеристикой активности Солнца в разных фазах его цикличности. Солнечный ультрафиолетовый радиометр СУФР-Сп-К и ультрафиолетовый солнечный спектрофотометр ВУСС-Л измеряют потоки ультрафиолетового излучения Солнца как звезды и помимо научных задач выполняют задачи мониторинга одного из наиболее существенных элементов “космической погоды” – геоэффективного излучения Солнца.

В реализации проекта “Коронас-Ф” принимают участие многие научные организации (ФИАН, ФТИ, НИИЯФ МГУ, МИФИ, ИПГ, ИКИ РАН, ЦКИ ПАН) во главе с ИЗМИРАН. Научные руководители проекта “КОРОНАС-Ф” – академик РАЕН, директор ИЗМИРАН, профессор В.Н. Ораевский и член-корреспондент РАН, директор отделения оптики ФИАН, профессор И.И. Собельман.

Продолжающиеся комплексные наблюдения активности Солнца со спутника “Коронас-Ф” позволяют получить новые знания о внутреннем строении Солнца, его активности вблизи максимума солнечного цикла, лучше понять солнечно-земные связи и механизмы воздействия солнечной активности на околоземное космическое пространство и земную атмосферу.

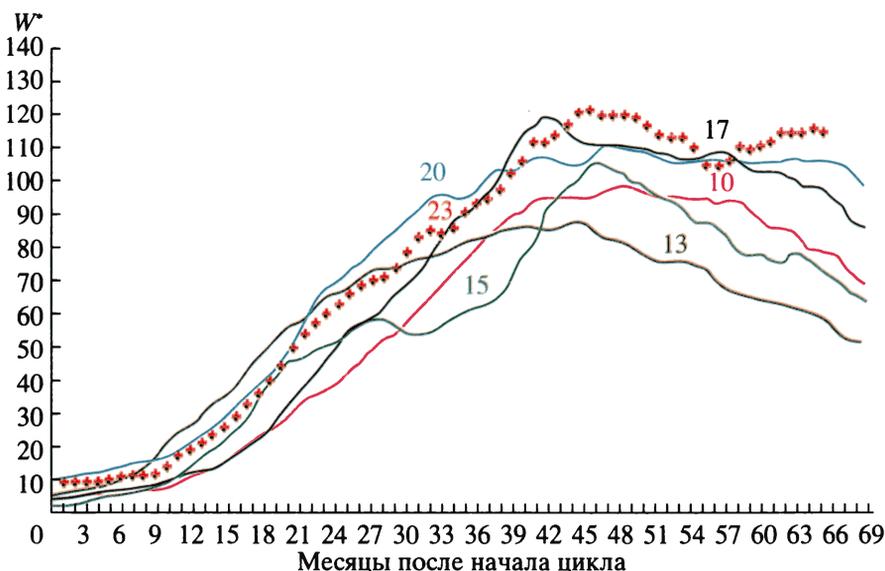
Солнце в июне–июле 2002 г.

Солнечная активность в первые летние месяцы 2002 г. существенно понизилась и оставалась на среднем уровне, свидетельствуя, что вторичный максимум текущего 23-го солнечного цикла пройден. Напомним, что вторичный максимум, который, как и все опорные точки солнечных циклов, определяется по сглаженным значениям среднемесячных относительных чисел солнечных пятен, Солнце прошло в ноябре 2001 г. ($W^*_{\text{нояб.}} = 115.6$). Это на шесть единиц меньше основного максимума в апреле 2000 г. ($W^*_{\text{апр.}} = 121.8$). Впервые за всю небольшую ис-

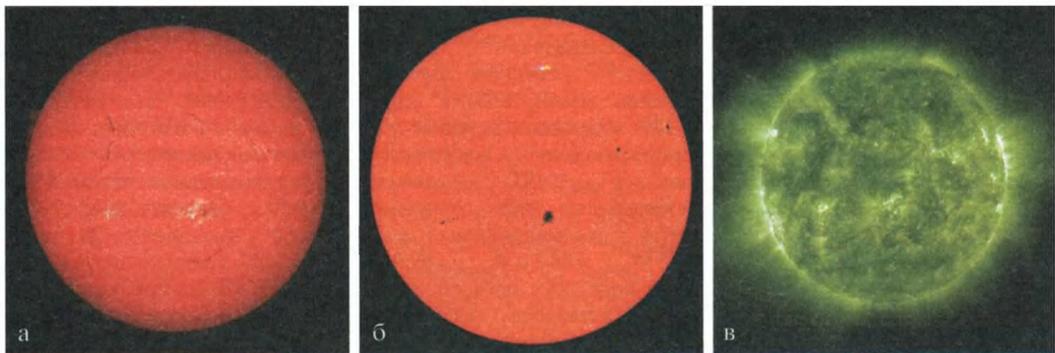
торию наблюдений радиоизлучения Солнца (с 1947 г.) в данном цикле его сглаженное значение на длине волны 10 см ($F^*_{\text{нояб.}} = 189$) во вторичном максимуме превысило значение в максимуме цикла ($F^*_{10 \text{ см}} = 181$). Значения относительного числа солнечных пятен в рассматриваемые месяцы: $W_{\text{нояб.}} = 88.5$ и $W_{\text{июль}} = 99.9$.

В июне 2002 г. пятнообразовательная активность Солнца упала до среднего уровня. Максимальное относительное число пятен наблюдалось 4 июня ($W = 150$), а минимальное 13 июня ($W = 73$). На видимом диске Солнца постоянно наблюдалось от 6 до 12 групп солнечных пятен. Вспышечная активность была на самом низком уровне за последние два с половиной года. За весь месяц на Солнце осуществилось всего четыре вспышки средних баллов и 9 выбросов солнечных волокон. Геомагнитная обстановка тоже была достаточно спокойной – только семь возмущенных дней и ни одной магнитной бури.

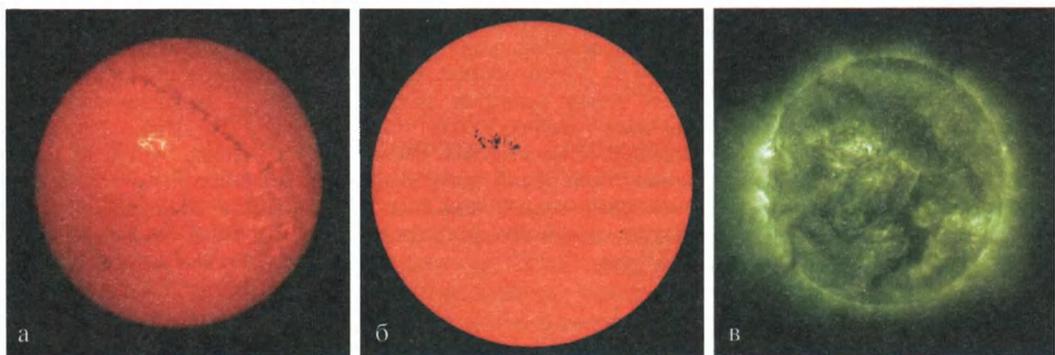
В июле пятнообразовательная активность Солнца до начала третьей декады оставалась на среднем уровне, затем резко выросла за счет появления на видимом диске Солнца трех больших групп солнечных пятен. Наибольшее относительное число пятен наблюдалось 28 июля ($W = 192$), а наименьшее – 12 июля ($W = 52$). Во вспышечном отношении во второй месяц лета ситуация изменилась: в начале месяца 3 июля две большие вспышки осуществились в активной области Южного полушария. Возмущение от них вызвало 5–6 июля малую магнитную бурю. 9 июля на видимый диск Солнца в Северном полушарии вышла большая группа пятен, площадь которой с 15 июля значительно увеличилась, и за 59 ч в ней произошли 3 большие вспышки. Эти вспышки наблюдались в том месте Солнца, откуда их влияние на Землю должно быть максимальным, но крупномасштабная магнитная конфигурация на Солнце оказалась такой, что все



Ход развития (за 68 месяцев) текущего 23-го цикла солнечной активности (среди циклов подобной величины). W^* – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.



Вид Солнца 25 июня 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 195 \AA .



Вид Солнца 15 июля 2002 г. в тех же длинах волн. Снимки взяты в Интернете со страниц Службы Солнца (www.sec.noaa.gov).

возмущения ушли в сторону от Земли, лишь слегка ее задев. Поэтому магнитное поле Земли 20–23 июля было лишь возмущенным, и уровень возмущенности порога магнитной бури не достиг. Однако в околоземном космическом пространстве 15–17 июля зафиксировано протонное событие (средней мощности). И, наконец, 21 июля из-за восточного лимба Солнца появилась большая группа солнечных пятен, в которой мощные солнечные вспышки начались еще до ее выхода на видимый диск Солнца. По косвенным при-

знакам, первая мощная вспышка в этой группе пятен произошла 16 июля, когда она находилась в центре невидимой с Земли полушферы Солнца. Эта вспышка сопровождалась большим выбросом коронального вещества типа “гало”, прекрасно видимого с Земли. Следующая мощная вспышка балла X3.3 в этой области была за сутки до появления на видимом диске, одна из самых мощных вспышек в этом цикле (балл X4.8/1B) произошла 23 июля. Эти последние вспышки наблюдались в том месте видимого диска Солнца, откуда их

влияние на Землю минимально. В результате в околоземном космическом пространстве фиксировалось лишь малое протонное событие, а геомагнитное поле стало возмущенным 25–28 июля.

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

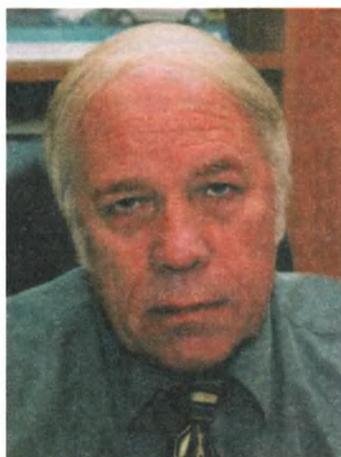
<http://www.izmiran.rssi.ru/space/solar/forecast.html>

Страница обновляется каждый понедельник.

*В.Н. Ишков
ИЗМИРАН*

Проект “ФОБОС-грунт”

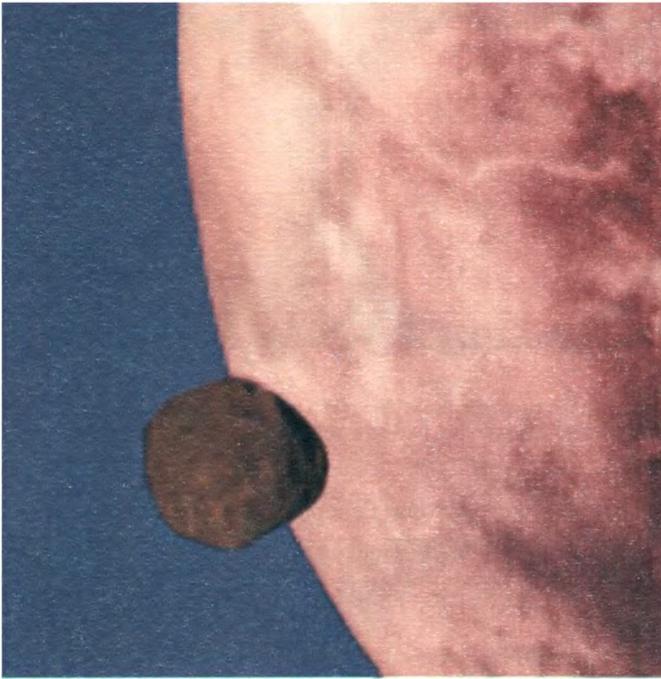
С.Д. КУЛИКОВ,
Генеральный конструктор и Генеральный директор, доктор
технических наук
И.Н. ГОРОШКОВ,
Главный конструктор по направлению “Планетные
исследования”
М.Б. МАРТЫНОВ,
начальник проектного отдела
Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина



Одним из притягательных объектов исследований для планетологов считается спутник Марса Фобос, содержащий, как предполагается, релик-

товое вещество. Российские ученые разработали научную программу по доставке образцов грунта Фобоса на Землю, а конструкторы НПО

им. С.А. Лавочкина – автоматическую межпланетную станцию по проекту “ФОБОС-грунт”. В статье рассказывается об этой перспективной миссии.



Снимок Фобоса, сделанный с борта АМС "Фобос-2" в феврале 1989 г. Фото ИКИ РАН.

они могли быть астероидами, захваченными гравитационным полем Марса. На малых телах, таких как астероиды и кометы, нет вулканических и тектонических явлений, существенно изменяющих их первоначальный состав. Поэтому сравнение свойств первородного вещества с физико-химическими свойствами вещества планет, измененных, в основном, их внутренними вулканическими и тектоническими процессами, позволит уточнить космогонические теории происхождения и эволюции Солнечной системы. Наибольший научный результат могут дать исследования образцов реликтового вещества в земных лабораториях. Здесь используется весь арсенал научных методов и инструментов, что, конечно, недоступно в таком объеме и с такой точностью на автоматических космических аппаратах. Поэтому необходимо с помощью космической техники доставить на Землю образцы вещества Фобоса.

В конце 1970-х гг. разработка соответствующих космических средств была поручена НПО им. С.А. Лавочкина как головной организации по созданию АМС. К тому времени Объединение накопило большой опыт в изготовлении АМС для исследования Марса, Венеры и Луны. Здесь, например, построены первые

ПОЧЕМУ ИМЕННО ФОБОС?

Фобос, один из спутников Марса, открыт американцем А. Холлом еще в 1877 г. Первые фотографии Фобоса и Деймоса (второго спутника Марса) получены в ноябре-декабре 1971 г. американской АМС "Маринер-9". Что же известно о Фобосе? Фобос обращается вокруг Марса практически в плоскости его экватора на среднем расстоянии около 6000 км, делая оборот за 7 ч 39 мин (Земля и Вселенная, 2002, № 2). Форма его напоминает картофелину с размерами 27 × 22 × 19 км, а наибольшая ось всегда ориентирована вдоль линии, соединяющей его центр с центром Марса. С Марса всегда видна половина Фобоса, так же как с Земли видна только одна сторона Луны. Из-за малых разме-

ров и массы у Фобоса очень слабая гравитация – сила тяжести на нем в 1600 раз меньше земной. Фобос постепенно снижается – высота орбиты уменьшается на 9 м за каждые 100 лет. Через 40 млн. лет его период обращения уменьшится с 7.65 до 1.7 ч, и спутник разрушится. Заметное торможение Фобоса в марсианской атмосфере было даже поводом для появления гипотезы об искусственном происхождении этого спутника...

Главная причина научного интереса к Фобосу заключается в том, что он относится к числу малых тел Солнечной системы, состоящих, возможно, из реликтового вещества – то есть того, из которого формировались планеты. По наиболее распространенной гипотезе о происхождении Фобоса и Деймоса,

Таким предполагалось зависание АМС "Фобос-2" над поверхностью Фобоса. Рисунок НПО им. С.А. Лавочкина.

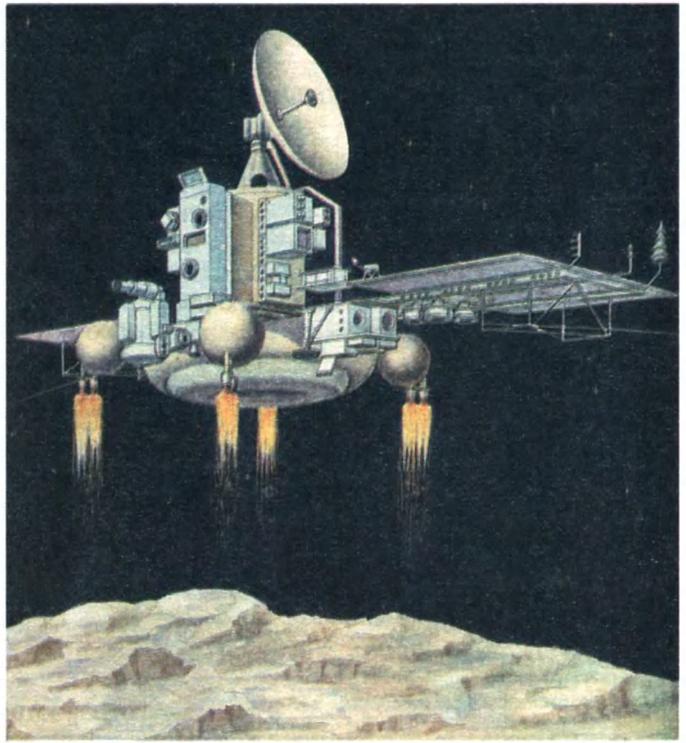
в мире луноходы и первые в мире аппараты, автоматически доставившие на Землю образцы лунного грунта.

Этот опыт позволил комплексно решать задачу доставки на Землю образцов грунта Фобоса – вновь разрабатываемый космический аппарат должен стать базовым для исследований не только Фобоса, но и других тел Солнечной системы и Вселенной.

ПРЕДШЕСТВЕННИКИ ПРОГРАММЫ "ФОБОС-ГРУНТ"

Техническая сложность экспедиции по доставке образцов грунта Фобоса на Землю, а также недостаточное финансирование привели к решению о поэтапной ее реализации с сохранением максимальной преемственности. На первом этапе отрабатываются операции сближения с Фобосом, второй – включает операции взятия образцов грунта и доставки их на Землю.

Запуск космических аппаратов первого этапа, намеченный на 1984 г., был перенесен на 1986 г. Стартовали два аппарата только в июле 1988 г. Предстояла очень интересная и насыщенная научно-техническими исследованиями миссия (Земля и Вселенная, 1988, №№ 3, 5, 6; 1989, №№ 2, 5, 6). Отметим основные ее задачи и особенности.



Научная программа с привлечением международной кооперации помимо комплексных исследований Фобоса предусматривала исследование Марса, Солнца и космического пространства. Основной и уникальный ее этап – сближение с Фобосом до высоты 50 м, зависание и полет на этой высоте в течение 15 мин для проведения телевизионной съемки и научных экспериментов. При зависании КА на поверхность Фобоса должны были сбрасываться передвижной зонд и долгоживущая автономная станция.

Структурно космический аппарат состоял из двух конструктивно независимых модулей – автономной маршевой двигательной установки и служебного модуля, содержа-

щего необходимые служебные системы для обеспечения функционирования аппарата на всех этапах его работы. Конструктивно-силовой основой служебного модуля являлся торовый герметичный приборный контейнер. К нижней его части пристыковывалась автономная двигательная установка, а верхняя часть служила для размещения полезной нагрузки. В миссии "ФОБОС-88" – это отсек научной аппаратуры, а в эксперименте по доставке на Землю образцов грунта Фобоса там должна была устанавливаться взлетная ракета.

Итак, 7 и 12 июля 1988 г. успешно выведены на траектории полета к Марсу два аппарата проекта "ФОБОС-88". Создание и запуск двух станций по-

вышла надежность экспедиции. Связь с АМС **“Фобос-1”** прервалась 2 сентября 1988 г. из-за ошибочной команды, посланной с Земли. С осторожностью и надеждой специалисты вели **“Фобос-2”** все ближе к Марсу и Фобосу: 29 января 1989 г. он – на орбите искусственного спутника Марса, 21 марта 1989 г. – уже на орбите, только на 200–400 км отличающейся от орбиты Фобоса. Все шло как будто неплохо, но... 29 марта 1989 г. во время проведения в автономном режиме операций по съемке Фобоса связь с аппаратом была потеряна и больше не восстановилась. Несмотря на неудачу, **“Фобос-2”** выполнил программу дистанционного исследования Фобоса и Марса.

Много времени ушло на поиски возможных причин произошедшего и на размышления о том, что делать дальше с марсианской программой. В конце концов, взвесив все возможности, включая финансовые, ученые и техники нашли оптимальный вариант экспедиции – искусственный спутник Марса с четырьмя зондами на его поверхности, причем два из них обеспечивали внедрение датчиков в поверхность Марса на несколько метров.

Модульное построение аппаратов проекта **“ФОБОС-88”** позволило использовать технологию их создания и оставшийся задел для АМС по проекту **“МАРС-94/96”**, стартовавшей 16 ноября 1996 г.

Научная аппаратура посадочных зондов и искус-

ственного спутника Марса создавалась российскими академическими институтами в широкой международной кооперации (Земля и Вселенная, 1994, № 4; 1996, № 4). Служебные системы были модернизированы в соответствии с рекомендациями, разработанными по результатам полета станций **“Фобос-1 и -2”**. Но **“Марс-96”** подстерегла еще более горькая случайность – аппарат не покинул околоземную орбиту из-за сбоя в работе разгонного блока **“Д”** ракеты-носителя **“Протон”** и упал в мировой океан.

ИДЕЯ ПРОЕКТА “ФОБОС-ГРУНТ”

Эти неудачи и нараставшие трудности с финансированием заставили задуматься о необходимости создания аппаратов нового поколения, использующих для запуска ракет-носителей среднего класса **“Союз”**, более дешевые, чем тяжелые **“Протоны”**.

НПО им. С.А. Лавочкина совместно с Институтом космических исследований, Институтом геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН и Центральным научно-исследовательским институтом машиностроения Росавиакосмоса изучили и обосновали возможность создания многоцелевого служебного модуля нового поколения массой 400–500 кг вместо аналогичного модуля массой 2 т для проектов **“ФОБОС-88”** и **“МАРС-96”**.

Одновременно искали вариант научно-значимой экспедиции, способной

объединить усилия ученых и техников в условиях весьма ограниченного финансирования, с целью включения ее в Федеральную программу фундаментальных космических исследований России до 2005 г.

Такой экспедицией стал проект **“ФОБОС-ГРУНТ”** по доставке на Землю образцов грунта Фобоса. Основные научно-технические задачи этой экспедиции: посадка на Фобос, взятие образцов грунта и доставка на Землю спускаемого аппарата с образцами грунта; их комплексное изучение; определение физических и химических характеристик Фобоса, особенностей его внутреннего строения, орбитального и собственного движения; исследование физических условий околопланетной среды вблизи Фобоса; дистанционное исследование атмосферы и поверхности Марса.

Основные технические требования к космическому комплексу – запуск АМС с помощью РН **“Союз”** и проектирование его как базового многоцелевого с возможностью использования для перспективных космических полетов АМС и астрофизических обсерваторий. Эта задача решена в рамках технического предложения и эскизного проекта, разработанных в 2000–02 гг.

Что же позволило уложиться в массово-энергетические возможности РН **“Союз”**, которые в три раза меньше, чем у **“Протона”**? Есть ли какая-либо преемственность между космиче-

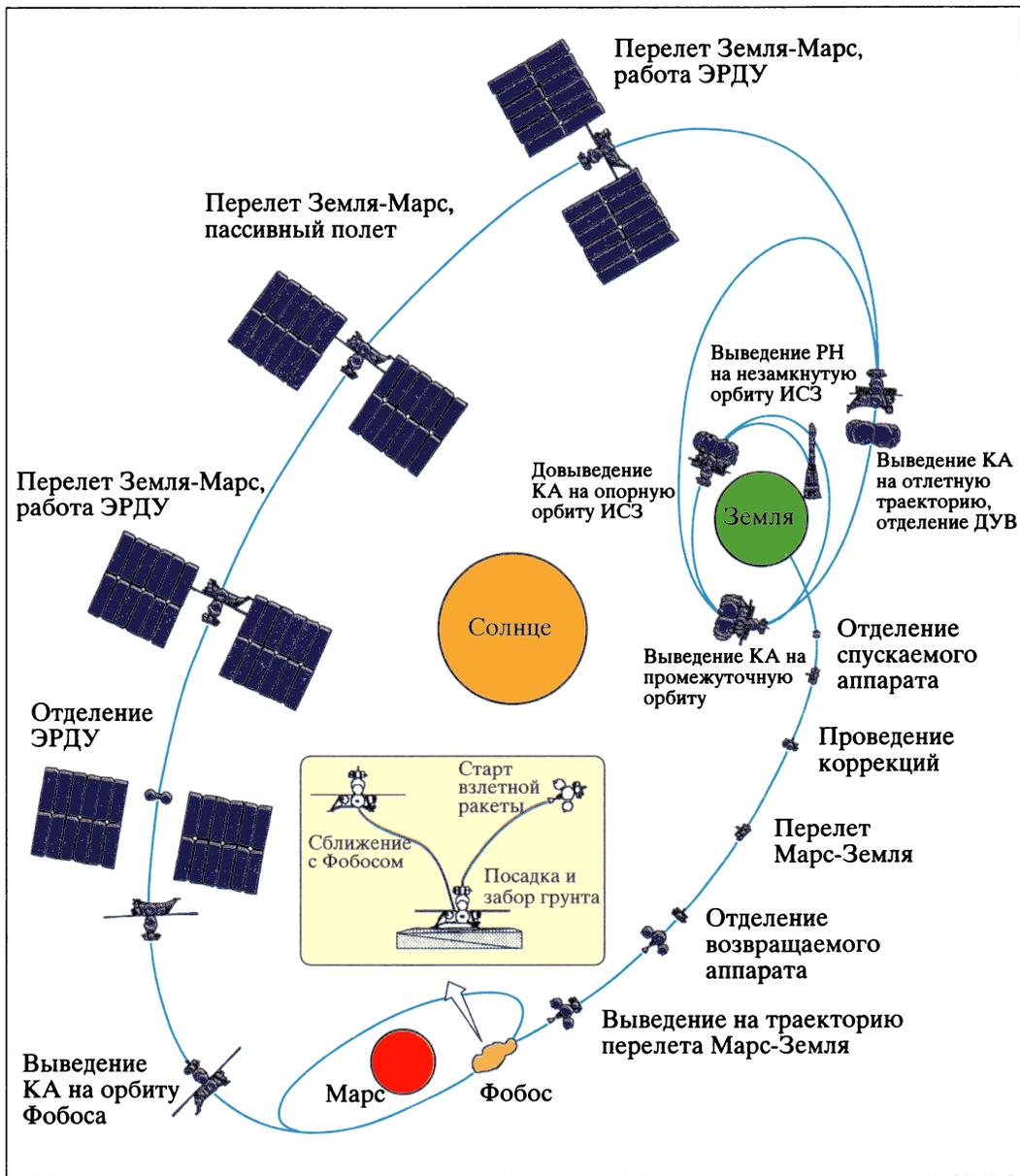


Схема перелета к Марсу по проекту "ФОБОС-грунт". Рисунок НПО им. С.А. Лавочкина.

структурного и конструктивного построения космического аппарата.

СХЕМА ПОЛЕТА АМС

скими аппаратами проекта "ФОБОС-88" и проектируемой АМС "ФОБОС-грунт"?

Рассмотрим некоторые этапы планируемой миссии, а также особенности

При обычной схеме три ступени ракеты-носителя и разгонный блок выводят космический аппарат на межпланетную траекторию. В данном проекте ко-

смический аппарат одновременно является и разгонным блоком; в его составе есть двигательная установка выведения (ДУВ), практически полностью аналогичная маршевой двигательной установке разгонного блока "Фрегат". По сравнению со стандартным "Фрегатом" выигрыш в массе составляет около

400 кг при запуске на межпланетную траекторию полета. В России впервые создается **самовыводящийся КА**, совмещающий функции космического аппарата и разгонного блока, что на 20–25% увеличивает массу полезной нагрузки и на 25–30% сокращает стоимость запуска. После выведения АМС на промежуточную высокоэллиптическую околоземную орбиту включается маршевый двигатель ДУВ, и станция переводится на отлетную траекторию полета. На межпланетной траектории ДУВ отделяется от космического аппарата. Сообщение при таком старте импульса скорости АМС хватает для выхода за пределы сферы действия Земли, но не хватает для достижения орбиты Марса. Для этого применяется **электроракетная двигательная установка (ЭРДУ)**, удельный импульс которой в 6 раз превышает удельный импульс ЖРД. До сих пор в России ЭРДУ не использовалась в качестве маршевой для межпланетных полетов.

Разгон АМС с помощью двигателей малой тяги на трассе Земля – Марс является одной из ключевых задач полета и должна быть надежно решена при минимальной массе посадочной станции со взлетной ступенью. Спускаемый аппарат очень упрощен, но без ущерба для выполнения посадки в заданный район Земли. Упрощение заключается в отсутствии в нем каких-либо элементов конструкции и систем, требующих управления их

работой при полете к Земле. Его спуск в атмосфере Земли подобен метеорным телам – кинетическая энергия входа в атмосферу гасится только путем аэродинамического торможения без использования парашютов и им подобных аэротормозных устройств.

Аэродинамическая форма спускаемого аппарата обеспечивает его самоориентацию лобовым теплозащитным экраном против набегающего потока, а диаметр экрана выбран таким, чтобы скорость посадки была около 35 м/с. Энергия удара о поверхность Земли поглощается амортизирующим материалом, окружающим герметичный контейнер с грунтом, радиоаппаратуру поиска и обнаружения с химическим источником тока. При этом подключение источника тока к радиоаппаратуре производится извне, с борта возвращаемого аппарата, в составе которого спускаемый аппарат подлетает к Земле.

В результате масса **спускаемого аппарата** будет всего 10 кг при максимальной возможной массе образцов грунта Фобоса 0.4–0.5 кг, в зависимости от его плотности. Следует отметить, что увеличение массы спускаемого аппарата на 1 кг требует увеличения начальной массы космического аппарата на 15 кг.

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

В составе комплекса нет разгонного блока. Структурно АМС состоит из автономных модулей,

основной из них – **многоцелевой служебный модуль**, способный нести полезные нагрузки различного назначения. В экспедиции по доставке на Землю образцов грунта Фобоса – это взлетная ракета со спускаемым на Землю аппаратом. Она также построена по модульному принципу: взлетная ступень, возвращаемый и спускаемый аппараты. Мозговой центр многоцелевого служебного модуля и АМС в целом – перелетный модуль со всеми системами, обеспечивающими управление работой АМС. Двигательная установка выведения также строится по модульному принципу – маршевая двигательная установка с ЖРД и ЭРДУ. Жидкостный двигатель в сочетании с ЭРДУ целесообразно применять при полетах с большими импульсами тяги и длительным временем выведения, т.к. тяга электроракетного двигателя – около 0.3 Н.

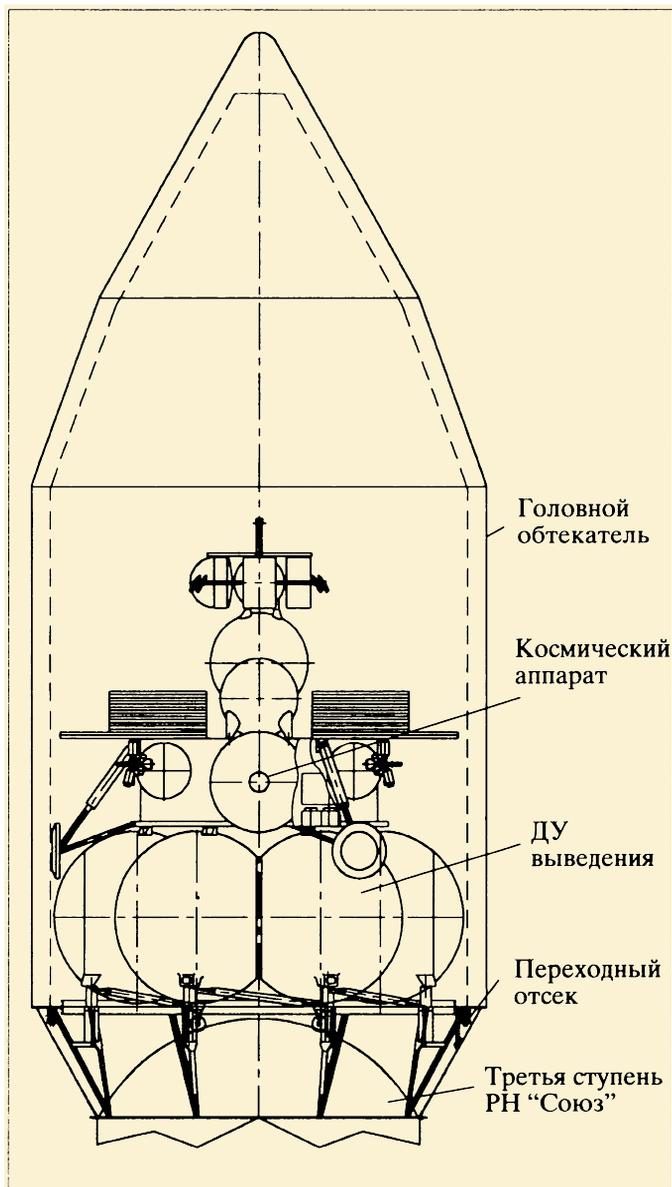
Такая структура обеспечивает использование многоцелевого служебного модуля в полетах к планетам и малым телам Солнечной системы, к Солнцу, для выведения полезных нагрузок различного назначения на околоземные орбиты, в том числе геостационарную, а также в либрационные точки системы Земля – Луна – Солнце.

Конструктивная особенность АМС – минимальный объем, занимаемый многоцелевым служебным модулем под головным обтекателем ракеты-носителя. Вся служебная аппаратура разработана для работы в

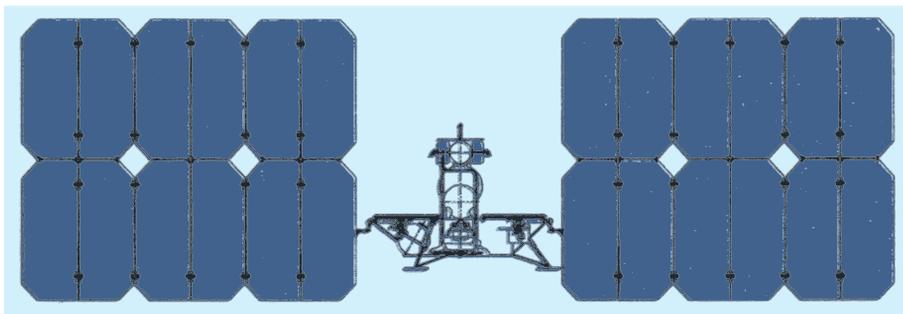
АМС "Фобос-грунт" в сложенном положении под обтекателем РН "Союз" во время запуска. Рисунок НПО им. С.А. Лавочкина.

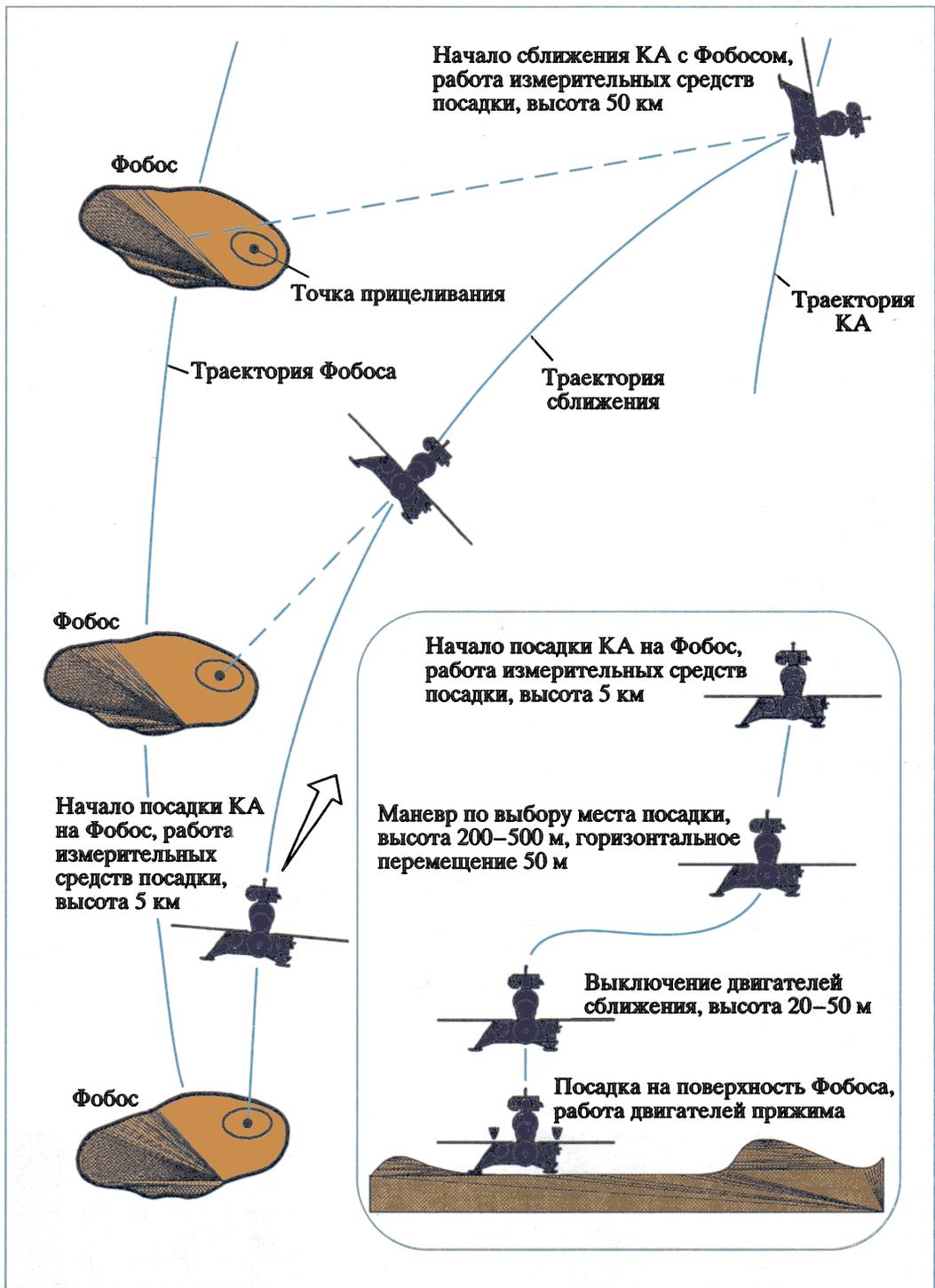
открытом космосе и вместо гермоотсека размещается на цилиндрической проставке, представляющей собой одновременно корпус перелетного модуля и переходный элемент между двигательной установкой с ЖРД и полезной нагрузкой. Внутренняя полость проставки может быть использована для размещения электроракетной двигательной установки или полезной нагрузки.

Все **служебные системы** АМС построены на современной элементной базе и схемно-структурной основе – едином комплексе с центральной бортовой ЭВМ. Это позволило существенно уменьшить массу служебных систем (в том числе терморегулирования), кабельной сети и элементов крепления аппаратуры, а также снизить электропотребление. В результате удалось создать перелетный модуль нового поколения массой около 0.5 т с широкими возможностями выполнения различных



Вид станции на траектории полета к Марсу. Панели солнечных батарей площадью 60 м² развернуты. Рисунок НПО им. С.А. Лавочкина.





Маневры перелетного модуля при сближении с Фобосом и при посадке на его поверхность. Рисунок НПО им. С.А. Лавочкина.

космических программ. В настоящее время стала реальной миссия по доставке на Землю образцов грунта Фобоса при запуске на РН "Союз" вместо "Протона".

СЦЕНАРИЙ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕДИЦИИ

Новая межпланетная миссия включает следующие **этапы**: выведение на орбиту от Земли траекторию; перелет Земля – Марс; полет в сфере действия Марса, сближение с Фобосом и посадка на него; взятие образцов грунта Фобоса, старт с Фобоса и полет по орбите ожидания; старт с орбиты ожидания, перелет Марс – Земля, вход в атмосферу Земли и посадка; поиск и эвакуация спускаемого аппарата с образцами грунта Фобоса. Вероятная дата запуска АМС по проекту "ФОБОС-грунт" – 2005–07 гг.

На траекторию полета к Марсу космический аппарат выводят три ступени РН "Союз" и двигательная установка станции. Чтобы уменьшить гравитационные потери и повысить точность траекторных параметров, используются промежуточные переходные орбиты ИСЗ. Эти операции могут занять несколько суток, после их выполнения двигательная установка выведения отделяется от АМС, на ней раскрываются панели солнечных батарей, измеряются траекторные параметры движения и осуществляется подготовка к работе электроракетной двигательной установки. Выби-

рается оптимальное распределение импульсов тяги между двигательной установкой выведения и ЭРДУ с целью увеличения массы космического аппарата при подлете к Марсу.

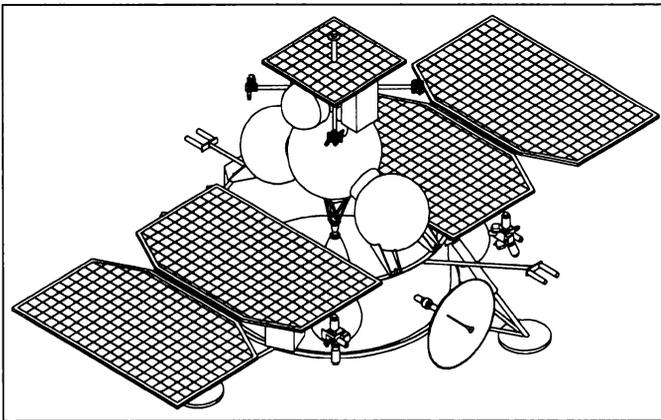
Через 20 суток после старта, когда закончатся подготовительные операции, будет включена ЭРДУ. Ее задача – доставка АМС в сферу действия Марса и выравнивание скорости движения станции с орбитальной скоростью Марса. Так как тяга электроракетного двигателя всего 0.3 Н и зависит от электрической мощности солнечных батарей, которая по мере приближения к Марсу уменьшается, то создаваемое им ускорение изменяется от 0.15 мм/с до 0.1 мм/с, что в 20–30 тыс. раз меньше ускорения ЖРД. Поэтому чтобы набрать необходимый импульс тяги, электроракетный двигатель должен работать примерно 450–500 сут. Мощность электроракетной двигательной установки – около 6.5 кВт, поэтому площадь солнечных батарей с учетом потребностей других систем аппарата – 60 м². В стартовом положении они компактно сложены на перелетном модуле. Выполнив задачу, ЭРДУ и солнечные батареи отделяются от АМС.

Активные маневры на орбите Марса проводятся с использованием двигательной установки **взлетной ракеты**. Их цель – выведение космического аппарата на орбиту наблюдения, которая выше орбиты Фобоса примерно на 500 км. Это обеспечивает возмож-

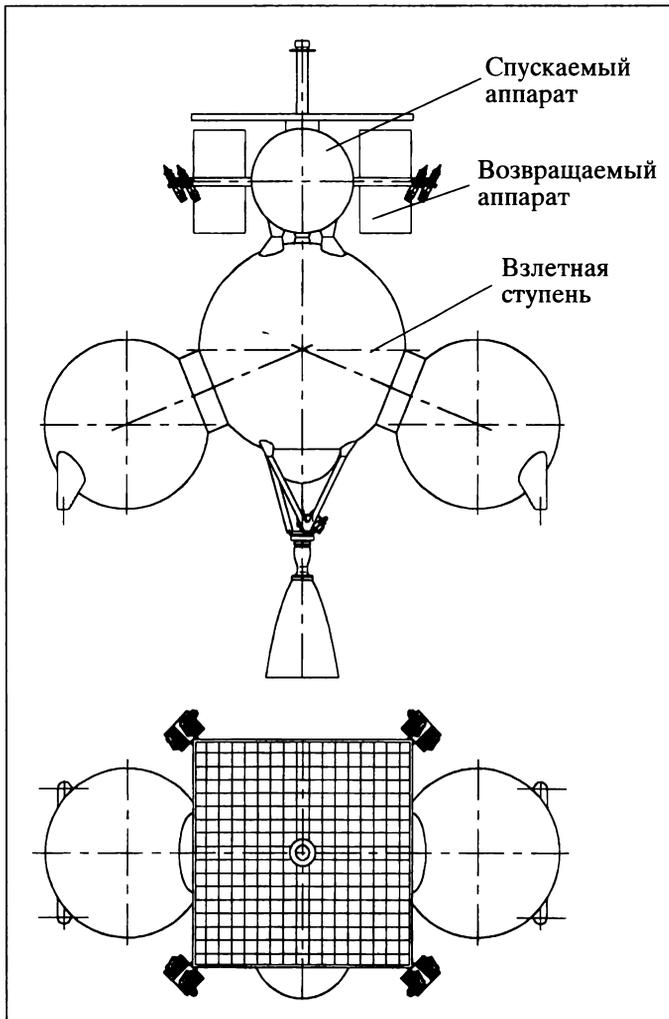
ность прохождения аппарата вблизи Фобоса с периодичностью в несколько суток. В процессе сближения с борта АМС проводятся телевизионные навигационные наблюдения Фобоса, в результате которых его координаты уточняются до 5 км. Это позволяет аппарату перейти на квазисинхронную с Фобосом орбиту, лежащую в плоскости его обращения, но смещенную в перицентре в сторону Марса на 60–70 км, а в апоцентре – на такую же величину от Марса. Квазисинхронной эта орбита называется потому, что аппарат обращается вокруг Марса почти синхронно с Фобосом, удаляясь от него не более чем на 200–300 км и периодически сближаясь до расстояния 30–60 км.

Одна из самых сложных операций – посадка на поверхность Фобоса. Сложность заключается в том, что она, в отличие от предыдущих маневров аппарата, носит необратимый характер и выполняется автономно, на основе командно-программной информации, задаваемой специалистами перед этапом сближения и посадки. АМС использует собственные измерения положения относительно поверхности Фобоса, проводимые с помощью телевизионных, лазерных и радиолокационных средств навигации. Для проведения активных маневров, ориентации и стабилизации на аппарате есть двигатели малой тяги и микродвигатели.

Начав этап сближения с Фобосом на расстоянии в десятки километров, аппа-



Вид посадочной станции: сверху – взлетная ракета (ступень) с шаровыми топливными баками, возвращаемым и спускаемым (капсула с грунтом) аппаратами; внизу – опоры, панели солнечных батарей и микродвигатели, прижимающие аппарат к поверхности Фобоса. Рисунок НПО им. С. А. Лавочкина.



рат достигнет примерно через час высоты около 2 км, с которой начинается участок прецизионного снижения, и к 100–500 м вертикальная скорость снижения составляет 0.2–0.5 м/с. Двигаясь далее с этой постоянной скоростью, аппарат на высоте 50–200 м выключает двигатели, работающие в сторону Фобоса, чтобы предотвратить взаимодействие их струй с поверхностью спутника.

Энергия соприкосновения с поверхностью поглощается работой амортизационных стоек посадочного шасси, и на короткое время включаются прижимные двигатели, успокаивая возмущения от взаимодействия с грунтом. Сближение и посадка длятся 1.5–2 ч, а с момента входа аппарата в сферу действия Марса до посадки на Фобос может пройти 1–2 мес.

НАУЧНАЯ ПРОГРАММА ИССЛЕДОВАНИЙ

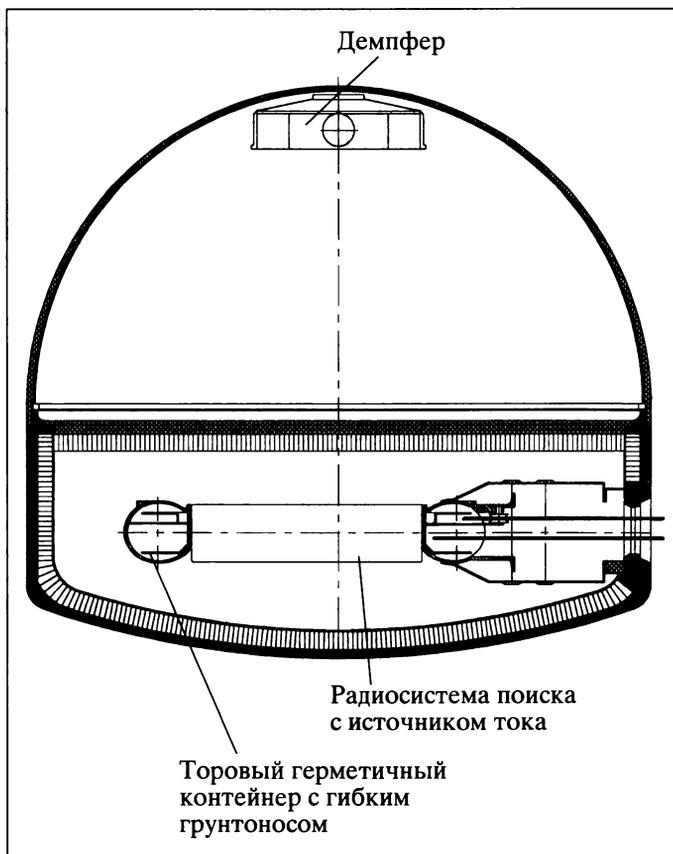
Итак, АМС находится в течение нескольких часов на поверхности Фобоса, ко-

Вид взлетной ступени (сбоку и сверху), возвращаемого и спускаемого аппаратов АМС «ФОБОС-грунт». Рисунок НПО им. С. А. Лавочкина.

Спускаемый аппарат, в котором доставляются на Землю образцы грунта Фобоса. Рисунок НПО им. С.А. Лавочкина.

торый притягивает ее с силой около 5 Н. По телеметрической информации и телевизионным снимкам поверхности, передаваемым на Землю, анализируется состояние бортовых систем и выбирается место взятия образцов грунта. Предполагается, что в основном поверхность Фобоса состоит из реголита со средней плотностью 1.95 г/см^3 , аналогично лунному. **Грунтозаборное устройство** может взять около 200 см^3 реголита, масса которого может составить 400–500 г. Грунт находится в виде колонки в гибком трубчатом грунтоносе, что обеспечивает сохранение его стратификации. Гибкий грунтонос компактно укладывается в торовый контейнер спускаемого аппарата. Крышка контейнера герметично закрывается, грунтозаборное устройство отводится от спускаемого аппарата, чтобы не мешать старту взлетной ракеты.

После проверки всех систем взлетная ракета стартует и выводится на орбиту искусственного спутника Марса, исключая сближение с Фобосом. На этой орбите ракета ждет момента старта к Земле. **Перелетный модуль**, оставшийся на поверхности Фобоса, продолжит научные исследования. Получение телепанорамы места посадки и зо-



ны взятия образцов грунта позволит определить тип рельефа и структуру поверхностного слоя, т.е. дать геологическую аттестацию места посадки. Возможности исследований поверхности существенно расширяют использование манипулятора с установленными на нем микроТВ-камерой и детекторами, альфа-протон-рентгеновского спектрометра, мессбауэровского спектрометра и других приборов.

Высокий приоритет имеют исследования элементного, изотопного и минерального состава поверхностного слоя, анализ его летучих компонент при помощи масс-спектрометра,

альфа-протон-рентгеновского спектрометра, прибора термического дифференциального анализа, нейтронного детектора, гамма-спектрометра. Подлежат изучению механические и тепловые свойства поверхностного слоя в месте посадки, структурные характеристики грунта. Сейсмометрические эксперименты позволят определить частоту падения метеоритов на Фобос.

Фобос и Марс будут исследоваться также с помощью трех оптических приборов – телевизионной камеры, акустическо-оптического картирующего спектрометра и картирующего спектрометра в инфра-

красной спектральной области теплового излучения. Предполагается изучить движение Фобоса – переменность скорости вращения и тонких изменений орбитального полета, характеристики солнечного ветра, межпланетной пыли и ряд других.

ДОСТАВКА ГРУНТА НА ЗЕМЛЮ

Проведя несколько активных маневров, **взлетная ракета** стартует с орбиты ожидания к Земле, после чего ее взлетная ступень отделяется, и полет длительностью около 9.5 мес. совершает **воз-**

вращаемый аппарат. Масса возвращаемого аппарата вместе со спускаемым аппаратом – около 80 кг. Из общей массы АМС (7.9 т) на топливо приходится 6.4 т – такова цена активных маневров, которые нужны для полета к Фобосу и обратно.

На трассе перелета проводятся необходимые коррекции траектории, чтобы обеспечить посадку спускаемого аппарата в заданном районе Земли. Коррекции и траекторные измерения позволяют определить с точностью до нескольких километров координаты точки входа спускаемого аппарата в атмосферу

Земли, что важно для его обнаружения средствами Федерального управления космического поиска и спасения.

Разделение **спускаемого и возвращаемого аппаратов** происходит за несколько минут до входа в атмосферу, и примерно через 15 мин спускаемый аппарат достигает поверхности Земли. После обнаружения его эвакуируют в научные лаборатории РАН для исследования доставленных образцов грунта Фобоса. Произойдет это спустя три года после старта АМС с Земли.

Информация

“Кассини” приближается к Сатурну

В конце 2001 г. Европейское космическое агентство утвердило окончательный план миссии “Кассини – Гюйгенс” (Земля и Вселенная, 1998, №№ 1, 3; 1999, № 3; 2000, № 4; 2001, № 5), ее цель – изучение системы Сатурна. АМС “Кассини” (NASA – ESA) предстоит выйти на орбиту

вокруг Сатурна 1 июля 2004 г., а затем дважды пролететь около его спутника Титана – 26 октября и 13 декабря 2004 г.

От межпланетной станции 25 декабря 2004 г. отделится посадочный отсек “Гюйгенс” и спустя 25 суток войдет в атмосферу Титана. Провести этот маневр предполагалось на 7 недель раньше, но в процессе полета обнаружился просчет. Оказалось, что система связи зонда “Гюйгенс” не учитывала необходимость компенсировать доплеровский эффект – задержку радиосигнала при ретрансляции на орбитальный отсек, где обрабатывается полученная информация и передается на Землю. Поэтому орбитальный от-

сек “Кассини” будет пролетать над облаками Титана не на высоте около 1200 км, как планировалось, а в 65 тыс. км над его поверхностью. Преимущество столь высокой орбиты полета “Кассини” состоит также в том, что программа исследования системы Сатурна увеличивается до 4 лет.

Для выполнения программы посадки на Титан систему связи зонда “Гюйгенс” усовершенствовали – во время спуска оборудование будет подогреваться, что улучшит настройку радиоаппаратуры и позволит получать непрерывно команды с “Кассини”.

Spaceflight, 2001, 43, 11

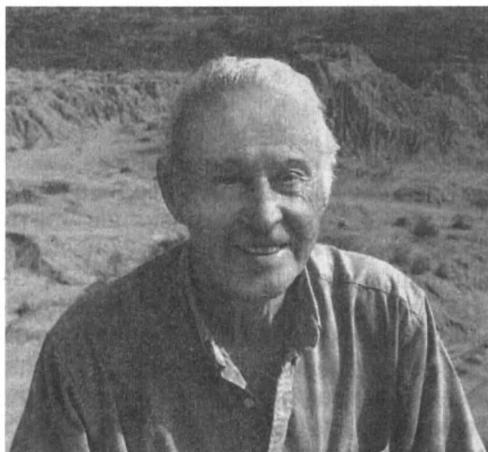
Тур Хейердал

Минувший год – последний в жизни Тура Хейердала. Он скончался 18 апреля 2002 г. в небольшом итальянском городке на берегу Лигурийского моря.

Этот человек стал во второй половине прошлого века одним из самых знаменитых на Земле норвежцев. Небольшой по численности народ на севере Европы внес значительный вклад в развитие общечеловеческой культуры. Достаточно вспомнить драматурга Генрика Ибсена, композитора Эдварда Грига, великих полярных путешественников Фритьофа Нансена и Руала Амундсена. Тур Хейердал – тоже путешественник, но не полярный, а, скорее, “тропический” и совершенно особенный, уникальный, ни с кем из его предшественников не сравнимый. Организатор экспедиций-экспериментов, он внес существенный вклад в исследование древних цивилизаций на Земле и стал профессором, членом более 10 научных академий разных стран, почетным доктором многих университетов мира, в том числе МГУ им. М.В. Ломоносова.

ТЕЧЕНИЯ СОЕДИНЯЮТ МАТЕРИКИ

Тур Хейердал родился в 1914 г. в небольшом городе Ларвике на юге Норвегии, уже в подростковом возрасте он прошел, как принято у норвежцев, закалку в покрытых ледниками Скандинавских горах. Поднимался на высочайшую вершину страны, спускался с нее в жестокую пургу, ночевал в снежных эскимосских



Т. Хейердал. Одна из последних фотографий.

иглу, неделями жил в безлюдных горных долинах, в лесах, на берегу быстрых рек и кристально чистых озер. Постепенно у него сложилось убеждение: *“Мы часть природы, она в нас и вокруг нас, независимо от нашего мнения о собственном месте в мироздании”*.

Конечно, его кумиры тогда – Нансен и Амундсен, и он готов был тоже стать полярным исследователем, но, поступив на факультет зоологии Университета в Осло, совершил “переход от изучения чистой зоологии к науке о происхождении человека и развитии культуры”. Полагая, что технический прогресс в обществе означает постепенное удаление человека от породившей его природы, он решил познакомиться с жизнью людей, почти не затронутых современной цивилизацией.

лизацией. Выбор пал на полинезийский архипелаг Маркизские острова, удаленный на 8 тыс. км от берегов Южной Америки. Удивительно, что в его островной флоре обнаружены характерные для этого материка виды культурных растений, не встречающиеся к западу от Полинезии. Вместе с женой Т. Хейердал поселяется на острове Фату-Хива, жители которого сохранили память о своей прародине, расположенной где-то очень далеко на востоке.

Как раз тогда, в конце 30-х гг., своего апогея достигла дискуссия о происхождении полинезийцев. Затерянные в океане клочки суши населяли люди, в облике и языке которых отразились черты разных рас и цивилизаций. Очевиден был лишь факт, что приблизительно за 3 тыс. лет до н.э. многие жители Филиппин отправились на своих лодках в океан в направлении солнечного восхода. Однако заселение полинезийских островов началось лишь в VI в. н.э. Где же «мореплаватели солнечного восхода» пропали около трех тысячелетий? На этот вопрос однозначного ответа не было.

У молодого Хейердала после того, как он побывал в Полинезии, появилась своя гипотеза, встретившая первоначально яростное сопротивление специалистов, занимавшихся этой проблемой многие годы. Зная географию Мирового океана, он обратил внимание на то, что материк земного шара, разделенные океанами, связывают «конвейеры» могучих невидимых рек – морских течений, приводимые в движение вращением планеты вокруг своей оси.

От берегов Африки на запад, в сторону Америки, направляется, пересекая Атлантический океан, мощное Канарское течение, которым воспользовался первооткрыватель Нового Света Колумб. Рожденное в Тихом океане течение Курисио, огибая Гавайские острова, выходит к берегам Британской Колумбии (Северо-Запад Канады) и, будто оттолкнувшись от



материка, спускается к экватору, к островам Полинезии. Получается, что напрямую их легче достичь от западных берегов Южной Америки, следуя течению Гумбольдта. После года, проведенного на Маркизах, Тур Хейердал приехал в Британскую Колумбию, где, как он полагал, могли сделать остановку отправившиеся из Малайзии древние мореплаватели. Ему удалось обнаружить культурологическое и антропологическое сходство между индейцами Северной Америки и населением Полинезии. Но было известно также об элементах южноамериканской культуры на полинезийских островах. Это казалось загадочным, поскольку долго господствовало убеждение, что индейцы не могли достигнуть удаленных островов Тихого океана из-за отсутствия у них морских судов.

В Канаде Хейердала застало начало второй мировой войны. Норвегия была оккупирована немецкими войсками. Хейердал стремился вернуться в Европу, что-



бы принять участие в освобождении родины. Пройдя обучение в подготовительных лагерях Америки, Шотландии, Швеции, он с группой радистов высадился в Северной Норвегии, где сотрудничал с наступающими советскими войсками. Потом вернулся в Осло, где не был шесть лет, уволился с военной службы и сразу же продолжил подготовку к задуманной еще до войны экспедиции-эксперименту.

101 ДЕНЬ В ТИХОМ ОКЕАНЕ

Тур Хейердал решил доказать, что южноамериканские индейцы могли на плотках пересечь океан и высадиться на островах Полинезии, доставив туда семена культурных растений, произраставших только в Южной Америке, и принеся с собой навыки в изготовлении уникальных гигантских скульптур. Особенно убеждало его, что легенды, описывающие такие путешествия, у всех индейских племен и островитян совпадали: однажды со стороны Атлантического океана к берегу подошел большой корабль с белыми бородатыми людьми, очень многому научившими индейцев, а затем уплывшими на плотках на запад, в Тихий океан.

О том, что индейцы Южной Америки использовали в качестве транспортного средства плоты из стволов только в этом

Сооружение бальсового плота в Перу (1947 г.).

регионе Земли произрастающего бальсового дерева, исключительно легкого и прочного, знали уже испанцы – конкистадоры. Но в их описаниях утверждалось, что индейцы плавали на этих плотках только в прибрежных водах и по рекам, для дальнего плавания они не годились, поскольку бальса быстро намокает и тонет. К тому же сомнительными казались навигационные качества таких плотов, их способность противостоять океанским штормам и течениям. Хейердал же считал, что именно плот был первым эффективным транспортным средством человечества. *“После того как древний человек, – писал Хейердал, – отважился пересечь тихую воду, сидя верхом на бревне, не требовалось большой изобретательности, чтобы понять, что вместе со вторым бревном оно уже не будет переворачиваться... Неуклюжие, кое-как связанные плоты, несомненно, первыми пересекали глубокие реки и подходили к манящему острову”.*

План Хейердала подвергся всеобщей критике, как и предложенный более полувека назад Ф. Нансеном проект пере-



Участники экспедиции на плоту "Кон-Тики". В первом ряду в центре – Т. Хейердал (1947 г.).

сечения Северного Ледовитого океана на корабле, вмерзшем в дрейфующий лед, его называли "сумасбродным" и "самоубийственным". Подобно Нансену, Хейердал полностью выполнил задуманное и доказал, что на бальсовом плоту древние мореплаватели могли совершать длительные плавания в океане.

Гигантские деревья для плота пришлось спиливать в горах Эквадора и сплавлять по рекам через джунгли к тихоокеанскому побережью Перу. Там девять бальсовых стволов (вес каждого около тонны), связали пеньковыми веревками. На двуногой мачте из толстого бамбука установили квадратный парус с изображением легендарного рыжебородого солнечного бога (бога Солнца). Большинство провожавших плот в Перу сомневались в благоприятном исходе плавания и даже убеждали в том, что плот не выдержит первого же шторма: слишком примитивной казалась его конструкция. Но Тур Хейердал разгадал тайну непотопляемости бальсового плота: в сердцевину стволов воду не пропускает наполняющий ее сок, а вода штормовых волн, накрывающих плот, уходит через щели между бревнами. Уже во время плавания

обнаружились и другие достоинства перуанской конструкции, позволяющие управлять плотом.

Шестеро скандинавов, ни один из которых не был профессиональным моряком, отправились в далекое океанское путешествие на плоту "Кон-Тики". Двое из них, Торстейн Роббю и Курт Хаугланд, – участники войны, как и Хейердал; они давно знали друг друга. Шведский этнограф Бенгт Даниельсон присоединился к экспедиции в Южной Америке, где занимался исследованиями быта индейцев в джунглях Амазонки.

27 апреля 1947 г. на реке "Кон-Тики" были подняты флаги Норвегии и других стран, оказавших поддержку экспедиции. Состоялась традиционная церемония "крещения" спущенного на воду судна, но вместо бутылки шампанского о его борт символически разбили... кокосовый орех. Отбуксированный на следующий день из порта Кальяо за полосу каботажного плавания, плот попал в самую быструю часть холодного течения Гумбольдта. "Зеленая холодная вода, окружала нас со всех сторон, – писал Хейердал, – и зубчатые горы Перу исчезли в гряде густых облаков за кормой. Когда тьма заволокла океан, началась наша первая схватка со стихиями". Сильный шторм продолжался трое суток. "...Мы не предполагали, что выдержанная нами борьба была самой тяжелой за все время путе-

шествия». Юго-восточный пассат вместе с течением гнал плот на северо-запад со скоростью, превышавшей иногда 70 миль в сутки. Примерно через неделю океан стал спокойнее и изменился его цвет – из зеленого стал синим, и путешественники поняли, что прибрежное течение Гумбольдта сменилось Южным Экваториальным. Началась трехмесячная жизнь в необъятном просторе океана, в окружении многочисленных его обитателей, среди которых попадались диковинные виды, не встречающиеся там, где обычно проходят пути кораблей. Тунцы, золотые макрели, гигантские кальмары, голубые акулы, киты... Удивительными были встречи с очень редкой чудовищной китовой акулой и еще не виденной никем живой зубастой змеиной макрелью. Визит самой большой в мире рыбы – китовой акулы, длиной около 20 м и весом 15 т, – мог закончиться трагически: *“Чудовище было таким огромным, что, когда оно начало описывать круги вокруг плота и под ним, его голова виднелась с одной стороны, а весь хвост целиком торчал с другой... Хвост чудовища обладал достаточной силой, чтобы в случае нападения разнести на куски и бальсовые бревна и связывающие их веревки*”. К счастью, удар гарпуна отпугнул гигантскую акулу, и она, покружив вокруг плота не больше часа, ушла в глубины океана.

Примерно на полпути к островам Полинезии “Кон-Тики” накрыли три чудовищных водяных вала. Это были, по-видимому, волны цунами, вызванные подводным землетрясением. Но и такое испытание плот выдержал, хотя и не без повреждений. Подсчеты показали, что во время сильного шторма в течение суток плот принимал на свою корму более 10 тыс. т воды. Каждый раз, когда накатывалась волна, *“плот, казалось, на мгновение останавливался, содрогаясь, а затем огромная масса воды, придавливая его корму, уходила большими каскадами за борт*”. Не всякое судно выдержало бы такие условия плавания.

Появившиеся 16 июля первые сухопутные птицы свидетельствовали, что где-то недалеко должна быть суша. Это мог оказаться знакомый с юности остров Фату-Хива, но ветер изменился и “Кон-

Тики” понесло к атолам Туамоту. На горизонте возникло странное, неподвижное облачко, превратившееся затем в небольшую синюю черту. Течение не позволило приблизиться ни к первому, ни ко второму острову, но затем прибой, подхвативший плот, выбросил его на острые коралловые рифы, окружающие атол Рарориа. Шел 101-й день плавания...

МИГРАЦИОННАЯ ТЕОРИЯ

Известие о героическом пересечении Тихого океана от берегов Перу до Полинезии (около 4 тыс. миль) на бальсовом плоту стало едва ли не первой сенсацией. В мире, еще не оправившемся от потрясения второй мировой войны, с окончания которой не прошло и двух лет, Тур Хейердал стал знаменитым. Его прекрасная книга “Путешествие Кон-Тики”, в короткое время переведенная на 67 языков, завоевала мир. Огромный успех имел и любительский фильм, снятый экипажем “Кон-Тики”. Но совсем иное отношение вызвала миграционная теория, которую развивал Хейердал и для доказательства которой предпринял уникальное путешествие.

Некоторые археологи и этнографы, не желая отказываться от привычных представлений, удачу эксперимента объявила случайностью (и даже мошенничеством!), а его организатора – авантюристом. Необычайно трудно было преодолеть сопротивление убежденных сторонников изоляционизма, объяснявших возникновение древних культур Америки вне связи с другими цивилизациями. На приводимый Хейердалом комплекс научных фактов, подтверждающих эксперимент, долгое время не обращали внимание. Все же в конце концов, по словам Хейердала, *«плот “Кон-Тики” прорвал бумажную стену, возведенную учеными к востоку от Полинезии, и открыл острова ветрам и течениям со всего мира»*.

Тур Хейердал, выступая на международных конгрессах историков, антропологов, этнографов, археологов, географов, настойчиво доказывал, что древние цивилизации развивались в результате постоянного культурного взаимодействия и океан служил не преградой, а своеобразным мостом между архипела-

гами и материками. Их связывала система океанских течений и ветров. Стремление же к освоению новых территорий всегда было свойственно человеку.

Исследуя распространение культурных растений, Хейердал также получил серьезные аргументы в поддержку теории миграции. Такие растения, как фасоль, банан, бутылочная тыква, длинно-волоконный хлопок, кокос, не имеют диких “родственников” в Южной Америке и могли быть только завезены (в доколумбовое время) из Европы или Африки. Все эти культуры из Америки попали на острова Полинезии, так же как сладкий картофель батат, который полинезийцы и перуанцы называют одним и тем же словом – “кумара”. Семена этих растений не могли самостоятельно достичь островов: даже кокосовый орех от долгого пребывания в морской воде теряет всхожесть. Практически все культурные растения доставлены в Полинезию людьми, приплывшими из Америки, а в Америку – из евро-африканского региона.

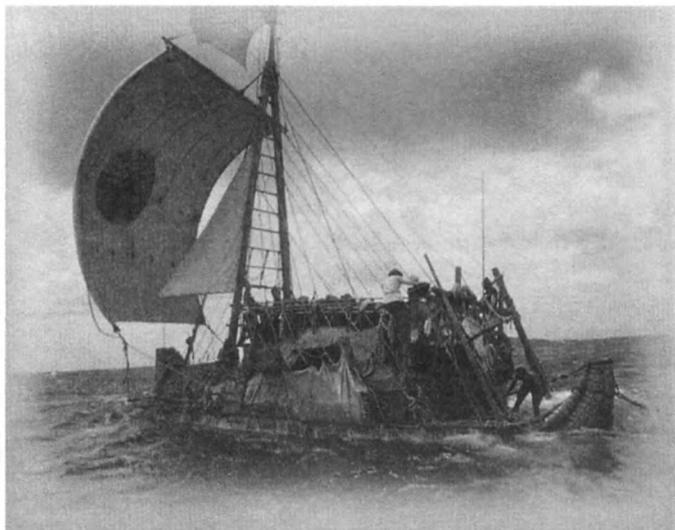
Данные археологии показывают, что тот высокий уровень цивилизации в государствах майя и инков, который застали испанские завоеватели, был достигнут необъяснимо быстро, под воздействием мощного импульса культурного развития извне. Сопоставив памятники материальной и духовной культуры на Ближнем Востоке, в Африке и Средиземноморском регионе по более чем 100 пунктам, Тур Хейердал пришел к выводу о том, что цивилизация появилась почти одновременно на обоих концах Канарского течения. Белокожие бородачи, приплывшие, согласно легенде, с востока (возможно, из древнейшего африканского города Ликса или из Финикии), перенесли плоды цивилизации на американский континент. Около 3000 г. до н.э. какая-то катастрофа заставила жителей Средиземноморья искать спасения за пределами Геркулесовых Столбов. По мнению Хейердала, не случайно летосчисление в календаре майя начинается с 3113 г. до н.э., хотя вестники цивилизации Старого Света появились в Новом лишь около 1000 г. до н.э., когда в Средиземноморье снова грянула катастрофа (возможно, это был взрыв вулкана Санторин)...

Постепенно теория Хейердала получила признание. На его сторону сначала становились отдельные ученые. Первым среди них был знаменитый шведский путешественник по Центральной Азии Свен Гедин, от которого в 1949 г. Хейердал получил дружеское послание. На каждом конгрессе американистов Т. Хейердал обретал новых сторонников. Настоящий поворот в восприятии его теории произошел на X конгрессе по проблемам Тихоокеанского региона, состоявшемся на Гавайях в 1961 г. Но тогда идеи Хейердала еще критиковались в Советском Союзе (за их немарксистский характер), и книга “Путешествие на Кон-Тики” была издана лишь по специальному разрешению Н.С. Хрущева – в 1955 г., в переводе с 21-го английского издания. Визит в нашу страну норвежского исследователя земных цивилизаций в 1962 г., приглашенного лично президентом АН СССР М.В. Келдышем, изменил и у нас отношение к его миграционной теории.

В Советский Союз Т. Хейердал приехал, когда уже вышли его большая монография “Американские индейцы в Океании” (1952) и вторая научно-популярная книга – “Аку-Аку”, посвященная организованной им в 1955 г. археологической экспедиции на остров Пасхи (Рапануи), самый загадочный на Земле тихоокеанский остров.

ОСТРОВ ПАСХИ – “ПУП ВСЕЛЕННОЙ”

Нет в Мировом океане более уединенного участка суши, чем вулканический остров Пасхи. Ближайший к нему материк Южной Америки – в 3 тыс. км. А площадь острова – всего 165.5 км. Одно из полинезийских названий острова Пасхи – “Пуп Вселенной”. В нем отражено и центральное положение острова, и его ключевое место в решении проблемы миграции населения в тропическом поясе Земли, и загадка единственного в мире столь большого скопления на небольшой площади свыше 600 гигантских каменных изваяний, свидетельствующего о необычной концентрации творческой энергии живших здесь людей. Археологи и раньше бывали на острове Пасхи, но результаты экспедиции Хейердала –



Папирусная лодка "Ра-2" на пути из Африки в Америку (1970 г.).

уникальны. Обнаружены новые скульптуры, исследовано место их производства – кратер потухшего вулкана, на дне которого впервые проведено бурение. Завоевав исключительное доверие аборигенов, Хейердал смог получить множество культовых изделий из тайных родовых пещер; практически подтвердить, что без применения технических средств можно изготовлять колоссы, перемещать их по острову и устанавливать на высоких постаментях. Нужен только титанический труд на протяжении очень длительного времени. Согласно легендам, передававшимся из поколения в поколение, все 600 фигур вырублены из очень твердого базальта светлокочими людьми из приплывшего с востока племени "длинноухих". Обряд искусственного удлинения мочек ушей существовал и у элиты империи инков, оставивших после себя в районе озера Титикака стены из каменных монолитов и собрание гигантских фигур.

На обратном пути были исследованы небольшие острова Маркизского архипелага, на которых археологи раскопали крепостные сооружения и вытесанные из камня скульптуры, подобные тем, что характерны для острова Пасхи. Следы пребывания "переносчиков" культуры Хейердал открыл также на Галапагосских островах в Тихом океане и на Канарских – в Атлантическом, где среди

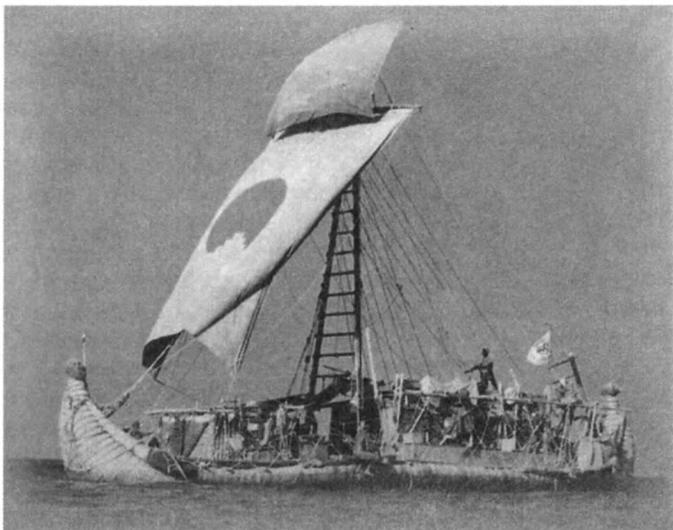
коренного населения еще встречаются светлокочие гуанчи, первые поселенцы Канар. По-видимому, они приплыли сюда в очень далекие времена из Средиземноморья, а некоторые из них достигли по Канарскому течению Америки.

Хейердал решил повторить этот путь, используя те средства, на которых совершали свои морские переходы финикийцы и египтяне за два-три тысячелетия до н.э.

По наскальным рисункам можно установить, что это были большие лодки, сплетенные из стеблей папируса, в изобилии росшего в дельте Нила. Первые мореплаватели поклонялись Солнцу, и его египетским именем – Ра – назвал Хейердал восстановленную по древним образцам лодку, на парусе которой изображен огненный диск светила. Экспедиций было две – "Ра-1" (1961) и "Ра-2" (1970). Папирус для лодок пришлось доставить с берегов озера Чад, потому что в дельте Нила, где добывали папирус египтяне, его уже не осталось. Обе лодки стартовали в Марокко и направились к американскому матерiku, но цели достигла лишь вторая, доплывшая до острова Барбадос. Так была восстановлена картина распространения древней цивилизации через два величайших на Земле океана. В ней еще остаются "белые пятна", но более стройного и аргументированного решения проблемы никто не предложил.

ЧЕЛОВЕК МИРА

В 1977 г. Тур Хейердал отправился в свое четвертое экспериментальное путешествие, самое продолжительное из всех. Его цель – Индия, а началось оно в том месте, где найдены наиболее древние следы человеческой цивилизации и



где, согласно Библии, располагался райский сад, в котором жили Адам и Ева, первые люди на Земле. Это междуречье Тигра и Евфрата – Месопотамия. Там появилось первое государство, зафиксированное в письменных источниках, – Шумер. Оттуда, возможно, совершены были первые морские плавания, в том числе и через океаны – Атлантический и Индийский.

Снова международный экипаж – 11 человек из 9 стран мира; в третий раз вместе с Хейердалом отправляется в плавание в качестве врача и наш Юрий Сенкевич, специалист в области космической медицины. На мачте камышовой лодки древних шумеров, живших 3000 лет назад в долине Тигра, вместе с флагами 9 стран поднят флаг ООН.

Из месопотамского тростника берди, использовавшегося шумерами, лодку сплели индейцы из племени аймара, предки которых поставили на берегу южноамериканского озера Титикака статую бога Тики. Они мастерски изготовляли плоты и лодки из камыша тотора, и так же ловко справились со строительством “Тигриса”. Тростник берди, если его правильно срезать, столь же пригоден для сооружения судов, как папирус с озера Чад и камыш тотора, пересаженный мореплавателями из Южной Америки в кратер потухшего вулкана на острове Пасхи.

“Тигрис” вышел в Персидский залив, пересек Аравийское море, достиг устья Инда, потом повернул на юго-запад и после пяти месяцев плавания приблизился к Африке. Но экипаж “Тигриса” не получил разрешения высадиться на берег. В то время в районе Красного моря политическая обстановка была неспокойной. Ни одна из стран побережья не отозвалась на запросы “Тигриса”. Он бросил якорь в нейтральном порту Джибути.

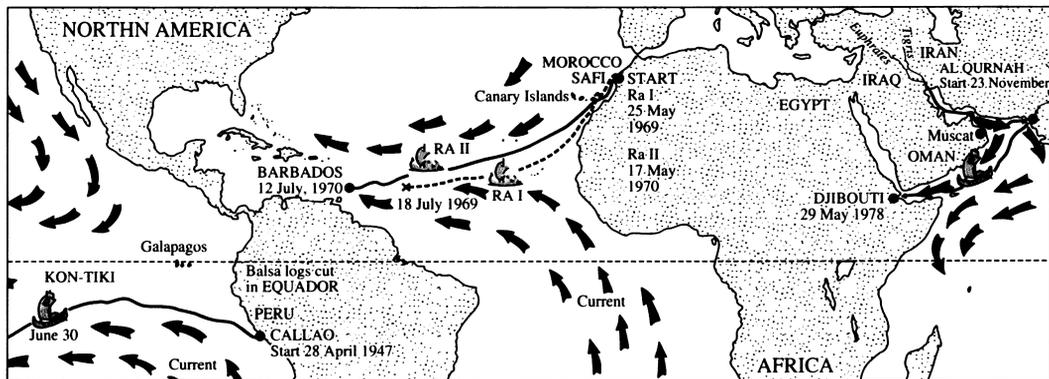
Хейердал предложил в знак протеста против военных действий сжечь камышовый парусник на рейде порта. Все члены экипажа подписались под текстом телеграммы Генеральному секретарю ООН Курту Вальдхайму. В ней говорилось:

“Мы предприняли путешествие в прошлое, чтобы изучить мореходные качества судна, построенного по древнешумерским образцам. Но это было также путешествие в будущее, с целью показать, что люди, стремящиеся к общему выживанию, могут сосуществовать даже в самом тесном пространстве...”

Сегодня мы сжигаем наше гордое суденышко... в знак протеста против проявленной бесчеловечности в мире 1978 года, в который мы возвратились из открытого моря... Кругом соседи и братья уничтожают друг друга, пользуясь средствами, предоставленными теми, кто возглавляет движение человечества по пути в третье тысячелетие...

Наша планета больше камышовых бунтов (связок), которые пронесли нас через моря, и все же достаточно мала, чтобы подвергнуться такому же риску, если живущие на ней люди не осознают неотложной необходимости в разумном сотрудничестве, чтобы нас и нашу общую цивилизацию не постигла участь тонущего корабля”.

Так плавание, в котором за 143 дня пройдено 6800 км, завершилось полити-



ческим актом. Тур Хейердал подтвердил авторитет человека, понимающего глобальные проблемы человечества. Таким он был уже во время первого океанского плавания – на плоту “Кон-Тики” и во всех последующих экспедициях. После экспедиции “Тигриса” Т. Хейердал провел археологические раскопки на Мальдивских островах в Индийском океане, где обнаружил каменных истуканов с удлинёнными мочками ушей – точно таких же, как на расположенном в другой стороне света острове Пасхи. В 1988–93 гг., выполняя задание перуанского правительства, он исследовал археологические памятники в долине Тукуман, подтвердив свой взгляд на развитие древнего мореплавания в Перу. В 90-х гг. Хейердал живет на Канарских островах и находит там гигантские ступенчатые пирамиды, сооружённые гуанчами, которые принимали раньше за груды валунов. И, наконец, новая археологическая задача, за решение которой взялся в самые последние годы Т. Хейердал, – найти место исхода на север древних скандинавов – викингов, которые, согласно исландским сагам, первоначально жили намного южнее. Наскальные изображения кораблей, похожих на суда викингов, он встречал на берегу Каспийского моря. И летом 2001 г. его небольшая экспедиция выехала на юг России, на берега Дона. Начались раскопки, но завершить их было не суждено...

Имя Хейердала ассоциируется, прежде всего, с океаном, с морскими плавани-

Маршруты океанских экспедиций-экспериментов Т. Хейердала и направления морских течений, использовавшихся древними мореплавателями.

ями. В его понимании Мировой океан представляет собой истинный облик Земли, ведь ее поверхность на две трети залита морской водой. Океан не разъединял людей, через него шел взаимообмен между удалёнными друг от друга цивилизациями, и Хейердал был убежден, что он скрывает еще многие тайны древнейшей жизни людей. И в океане, как нигде, Человек ощущает свою близость к Космосу и единство с ним. “Ночью в океане, – писал Хейердал, – даже звезды казались ближе, снова становились частью нашего мира, какими их воспринимали люди, которые первыми дали имена звездам и пользовались ими как надёжными указателями, странствуя в безбрежных просторах... Стоя ночью на мостике или лежа на крыше рубки... мы все более сближались со Вселенной...”

В 1954 г. на полуострове Бюгдой, в норвежской столице Осло, рядом с музеями нансеновского “Фрама” и кораблей викингов, был открыт Музей “Кон-Тики”, где поставлен на вечную стоянку легендарный бальсовый плот и экспонируются археологические находки Тура Хейердала, последнего викинга XX столетия.

*В.А. МАРКИН,
кандидат географических наук*

Георгий Алексеевич Ушаков

*“Каждое поколение отодвигает край света
все дальше и дальше...”*

Г.А. Ушаков

70 лет назад закончилась эра Великих географических открытий: люди добрались, наконец, до “края света”. Завершающий аккорд – исследование последнего остававшегося еще неизвестным в Северном полушарии полярного архипелага и создание его первой карты. В сентябре 2003 г. исполнится 90 лет со времени открытия этого участка суши в Северном Ледовитом океане русскими гидрографами, назвавшими его (они не смогли установить, один это остров или несколько) “Землей Николая II” (с 1926 г. – Северная Земля). Проход “А. Сибирякова” по Северному морскому пути за одну навигацию (Земля и Вселенная, 2002, № 2) удалось совершить благодаря тому, в частности, что географ Г.А. Ушаков передал на борт корабля рабочую карту архипелага Северная Земля и информацию о том, что севернее него располагается Великая Сибирская полярная. По ней и прошел ледокол.

Г.А. Ушаков – продолжатель прекрасных традиций русской географической науки. Крупнейший российский географ и геолог академик В.А. Обручев сказал о нем: “Его географические достижения в Арктике являются самыми большими достижениями 20 века по исследованию полярных стран...”

УЧЕНИК ПЕРВОПРОХОДЦА
ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Георгий Алексеевич Ушаков родился 12 февраля (30 января) 1901 г. в семье амурского казака. Интерес к географии и путешествиям в неизведанные страны возник у него благодаря знаменитому русскому путешественнику Владимиру Клавдиевичу Арсеньеву. Своего будущего помощника в таежных походах Арсеньев нашел в Хабаровске, где Георгий, ученик Коммерческого училища им. П.Ф. Унтербергера, продавал на улицах газеты. “Целое лето, – вспоминал Г.А. Ушаков, – я провел в тайге бок о бок с этим замечательным исследователем, учась у него разбирать сложную жизнь природы...”

После встречи в 1913 г. в Хабаровске с Ф. Нансеном В.К. Арсеньев, неутомимый исследователь Уссурийского края, намеревается провести исследовательскую работу в Арктике, но поручает ее своему другу и помогает ему отправиться в Заполярье. Он дарит Ушакову двухтомник первопроходца Арктики Фердинанда Врангеля, предсказавшего местоположение острова и упорно искавшего его в Чукотском море. Имя Врангеля дал острову американский китобой Томас Лонг, который в 1867 г. первым нанес его на карту.

Ушаков пришел к Арсеньеву, когда закончились бои в Уссурийском крае и Владивосток был освобожден от японской оккупации. В 1924 г. Арсеньев снабдил его рекомендациями для зачисления на географический факультет Владивостокского университета и вступления в Географическое общество СССР.

В.К. Арсеньев помог Георгию подготовить и организовать экспедицию на неизученный остров Врангеля, который тогда пытался присоединить к владениям английской короны канадский путешественник Вильямур Стефансон. Арсеньев подсказал начинающему полярному исследователю, в каких научных центрах он мог бы получить необходимую информацию и детальные инструкции для работы в арктических условиях.

А по возвращении в 1929 г., высоко оценив результаты этнографических, географических, геологических и других исследований Ушакова, В.К. Арсеньев передал ему рекомендательные письма к ведущим ученым страны: академику Л.С. Бергу, президенту АН СССР В.Л. Комарову, выдающемуся этнографу В.Г. Богоразу, биологу-писателю Б.М. Житкову и А.М. Горькому. Автор известной книги “Дерсу Узала” характеризует Ушакова не только как глубокого специалиста, но и человека, “прекрасно владеющего пером” и создавшего на острове Врангеля обширный фотоархив.

ОСТРОВ МЕТЕЛЕЙ

В 1926 г. Георгий Ушаков был назначен первым начальником острова Врангеля. Ему исполнилось тогда всего 25 лет. Во время трехлетней зимовки, полностью оторванный от Большой Земли из-за отсутствия радиосвязи, он проявил себя блестящим организатором и разносторонним ученым: географом, топографом, этнографом. В результате экспедиции, проведенной по плану Ушакова, создана первая полная карта острова Врангеля и он (вместе с небольшим островом Геральд) был окончательно за-



креплен за нашей страной; основана метеостанция; собраны материалы по этнографии, многочисленные коллекции горных пород, растений, чучел животных. За проведенные на острове Врангеля работы по возвращении с зимовки в 1929 г. Ушаков награжден орденом Трудового Красного Знамени.

Ушакова отличали большое личное обаяние и умение находить подход к окружающим его людям. Это относится как к его друзьям и коллегам, так и к эскимосам, которых он переселил с Чукотки на остров Врангеля в 1926 г., создав первое постоянное поселение. Эскимосы с любовью и уважением относились к нему, называя “умилык” (начальник). Через 30 лет после экспедиции на остров Врангеля известные биологи С.М. Успенский и А.Г. Банников услышали от инуитов-эскимосов Канады предание об “умилыке Ушакове с острова Врангеля”. А ведь страны были тогда разделены не только Беринговым проливом.

Г.А. Ушаков мечтал снова посетить остров Врангеля. Незадолго до смерти он писал своему старому спутнику и другу эскимосу Нанауну в поселок Ушаковский: “Больше всего мне хотелось бы по-



бывать на острове, посмотреть знакомые картины, а потом сесть рядом с тобой и поговорить о прожитом и о тех друзьях, которые ушли из жизни, но в моей памяти остаются живыми...” Рукопись книги Г.А. Ушакова “Остров метелей” о его первой арктической зимовке уже лежала на столе, когда Георгия Алексеевича не стало. Книга вышла в свет в 1972 г. в Гидрометиздате и была удостоена диплома первой степени Всесоюзного общества “Знание” как лучшее произведение научно-популярной литературы того года. Это уже вторая книга Ушакова. Первая посвящена Северной Земле, расположенной на несколько сотен километров западнее острова Врангеля, на которой он побывал через год после своей первой экспедиции.

ПО НЕХОЖЕНОЙ ЗЕМЛЕ

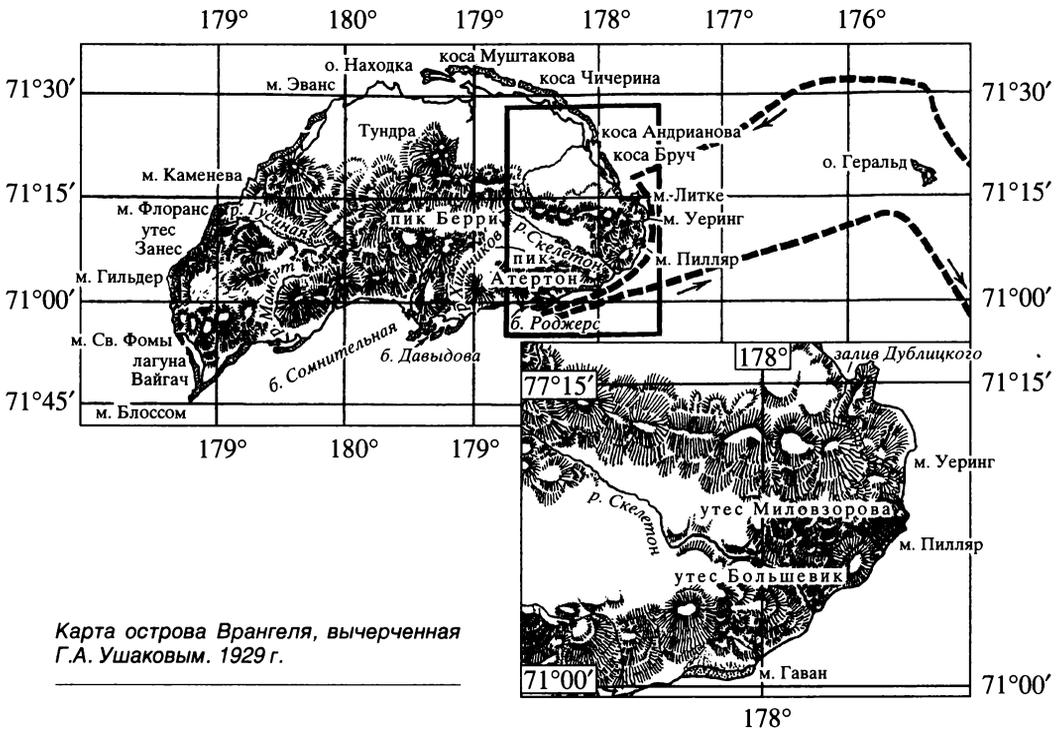
Еще работая на острове Врангеля, Г.А. Ушаков задумал экспедицию на неизвестную науке Северную Землю. Разработанный им план исследования, до дерзости смелый и в то же время предельно простой, предусматривал всестороннее комплексное физико-географическое изучение Северной Земли за три года и картирование ее с минимальной затратой средств: силами всего четырех чело-

В одном из маршрутов на острове Врангеля. Фото 1926 г.

век с единственным транспортом – собачьей упряжкой. Участники экспедиции должны были провести также двухлетний цикл метеорологических наблюдений, выполнить измерения элементов земного магнетизма, описать полярные сияния, морской ледовый режим и характер оледенения островов.

Правительство поддержало идею Г.А. Ушакова. В 1930 г. экспедиция под его руководством отправилась на Северную Землю; в ее состав вошли известный геолог Н.Н. Урванцев, юный радист В.В. Ходов и знаменитый на севере охотник-каюр С.П. Журавлев.

Доставленные на остров Домашний ледокольным пароходом “Г. Седов” (начальник рейса О.Ю. Шмидт) полярники построили жилой дом. 1 октября 1930 г. начала работать первая на архипелаге гидрометеорологическая станция. Участники североземельской экспедиции приступили к регулярным наблюдениям за погодой: проводили запуски радиозондов, измеряли заряды атмосферного электричества, регистрировали характеристики земного магнетизма. Так на-



Карта острова Врангеля, вычерченная Г.А. Ушаковым. 1929 г.

чалось систематическое исследование полярных сияний и вечной мерзлоты. Но главное – маршруты топографической съёмки¹.

“Четверка” Ушакова фактически открыла обширный архипелаг, который оказался состоящим из четырех больших и множества малых островов. Ими создана первая точная и полная карта архипелага. Закреплен приоритет России в изучении последнего на Земле самого крупного участка суши, лишь край которого коснулись русские гидрографы в 1913 г. – экспедиция под руководством Б.А. Вилькицкого на судах “Таймыр” и “Вайгач” (Земля и Вселенная, 1995, № 5).

Мировая географическая общественность признала значительными результаты экспедиции и отметила героизм ее участников, завершивших последнее географическое открытие в XX в. Имя Г.А. Ушакова вошло в ряд знаменитых полярных исследователей. За эту работу в 1932 г. он был награжден орденом Ленина.

В ГЛАВСЕВМОРПУТИ

В 1932–36 гг. Г.А. Ушаков – первый заместитель О.Ю. Шмидта, возглавившего только что созданное Главное управление Северного морского пути (Земля и Вселенная, 2002, № 2). Когда во льдах Чукотского моря затонул теплоход “Челюскин”, опытного полярника Ушакова назначили уполномоченным Правительственной комиссии по спасению челюскинцев. Вместе с летчиками М. Слепневым и С. Леваневским, преодолев всю Европу и Атлантический океан, он прибыл на Аляску, откуда на закупленных советским правительством американских самолетах вылетел на Чукотку. Его цель – организовать работу по эвакуации людей со льдины на Большую землю. В частности, Ушаков сопровождал больного О.Ю. Шмидта, вывезенного из ледового лагеря летчиком В. Молоковым в аляскинский аэропорт. Находясь в США, советские полярники побывали на приеме у президента Франклина Д. Рузвель-

¹ С собачьей упряжкой пройдено по замерзшим проливам и островам более пяти тысяч километров, на карту положено 37 тыс. км². Это больше, чем площадь Бельгии или Албании.



та, а в Американском географическом обществе встретились с В. Стефансоном. Ушаков получил от маститого полярного исследователя книгу, в дарственной надписи к которой содержится признание его заслуг в изучении острова Врангеля. По завершении «челюскинской эпопеи» Г.А. Ушаков награжден (1934 г.) орденом Красной Звезды «за исключительно умелую организацию дела спасения, за проявление личного мужества и настойчивости в достижении конечной цели».

В 1935 г. Ушаков руководил первой высокоширотной экспедицией на ледоколе «Садко», которая закрыла огромное «белое пятно» на карте Арктики между Землей Франца-Иосифа и Северной Землей. Были проведены первые в истории изучения Арктики глубоководные комплексные стационарные исследования, в ходе которых у берегов Северной Земли обнаружена ветвь теплового течения Гольфстрим – впервые оценена степень влияния теплых атлантических вод на льды и климат Арктического полярного бассейна. Экспедиция открыла новый остров; по единодушному реше-

Четверо исследователей, впервые закартировавшие архипелаг Северная Земля. Слева направо: геолог Н.Н. Урванцев, географ Г.А. Ушаков (начальник экспедиции), каюр С.П. Журавлев, радист В.В. Ходов. Фото 1930 г.

нию личного состава «Садко» его назвали именем Ушакова. Эта уникальная экспедиция вышла на границу шельфа и континентального склона и достигла рекордной отметки свободного плавания – $82^{\circ}42'6''$ с.ш.

ОРГАНИЗАТОР ГИДРОМЕТЕОСЛУЖБЫ СССР

14 ноября 1936 г. создано Главное управление гидрометеорологической службы при правительстве СССР. Ее первый начальник – Г.А. Ушаков – руководил советской метеорологией до конца 1939 г. За три года на всей территории страны открыто много новых метеостанций, в том числе – полярных (на арктических побережьях); внедрены современные методы гидрометеорологических наблюдений, налажен регулярный выпуск кратко-



Г.А. Ушаков за рабочим столом. База Североземельской экспедиции на острове Домашний. Фото 1931 г.

срочных и долгосрочных прогнозов, организована служба льда и погоды в Арктике.

В 1937 г. начала работать первая дрейфующая научная станция “Северный Полюс-1”, ее важнейшая задача – проведение метеорологических наблюдений (впервые в центральной части Арктики). Когда “дрейф” папанинцев приближался к завершению, Г.А. Ушаков обратился к правительству с предложением организовать экспедицию Гидрометеослужбы на дирижабле. С экипажем из трех человек он должен был пролететь над Северным полюсом, и лишь трагическая гибель дирижабля С-6, направленного для эвакуации СП-1, помешала осуществлению этого плана.

Возглавляя Главсеморпуть и Гидрометеослужбу, Г.А. Ушаков работает и в научной журналистике. В 1932–41 гг. он –

главный редактор журналов “Советская Арктика”, “Метеорология и гидрология”, одновременно – председатель редакционного совета Издательства Главсеморпути, единственного в мире специализировавшегося на выпуске книг полярной тематики.

МЕЧТА ОБ АНТАРКТИДЕ И ... ТРОПИКИ

С 1940 г. Г.А. Ушаков работал заместителем председателя Совета по изучению производительных сил СССР при АН СССР (1940–43 гг.), затем – заместителем директора Института прикладной геофизики Министерства нефтяной промышленности (1943–45 гг.). В 1945–48 гг. вместе с академиком П.П. Ширшовым Г.А. Ушаков создавал Институт океанологии (ИО) АН СССР, в котором он стал заместителем директора по экспедициям. В те же годы при его активном участии был организован филиал ИО АН на Черном море. Обретенное по репарации бывшее немецкое судно “Марс”, получившее новое имя – “Витязь”, переоборудова-



Г.А. Ушаков (последняя фотография, 1963 г.).

ли для морских исследований; оно стало всемирно известным “кораблем науки”. Под руководством Г.А. Ушакова организованы водолазные и научные геологические работы на Каспийском и Черном морях. А затем он оказывается в Южном полушарии. В 1947 г. Г.А. Ушакову удалось пересечь экватор в качестве заместителя начальника необычной для него астрофизической экспедиции. Корабль “Александр Грибоедов” с физиками и астрономами на борту (в их числе – И.С. Шкловский) направлялся наблюдать полное солнечное затмение в Рио-де-Жанейро. На материке его не удалось наблюдать, а с корабля было видно прекрасно. Так сбылась давняя мечта полярника попасть в тропики и пересечь экватор. Но южные районы лишь на время захватили внимание Ушакова. Его продолжали манить полярные широты. К Ушакову, в то время заместителю директора по экспедициям ИО РАН, зашел Г.Б. Удинцев (известный морской геолог, будущий член-корреспондент РАН) и застал его у карты Антарктиды. Георгий Алексеевич уже намечал новые плавания в приполярные районы Южного полушария.

В 1948–57 гг. Г.А. Ушаков работал под руководством академика В.А. Обручева ученым секретарем Института мерзлотоведения АН СССР: он вернулся на Север. В 1950 г. по многочисленным представлениям видных ученых (О.Ю. Шмидта, В.А. Обручева, Н.Н. Зубова) и ведущих научных учреждений страны Г.А. Ушако-

ву была присвоена степень доктора географических наук без защиты диссертации. По этому поводу академик В.А. Обручев сказал: “Его диссертация – на всех картах мира. Его географические исследования и открытия в Арктике являются самыми крупными достижениями XX века по исследованию полярных стран”. Георгий Алексеевич – автор многочисленных статей и трех книг, написанных по результатам его полярных экспедиций: “Робинзоны острова Врангеля”, “Остров метелей”, “По нехоженой земле”. В 1952–55 гг. Г.А. Ушаков – ученый секретарь Совета по координации научной деятельности республиканских академий наук при Президиуме АН СССР. Это его последняя официальная должность.

ОСТАВШИЙСЯ С АРКТИКОЙ...

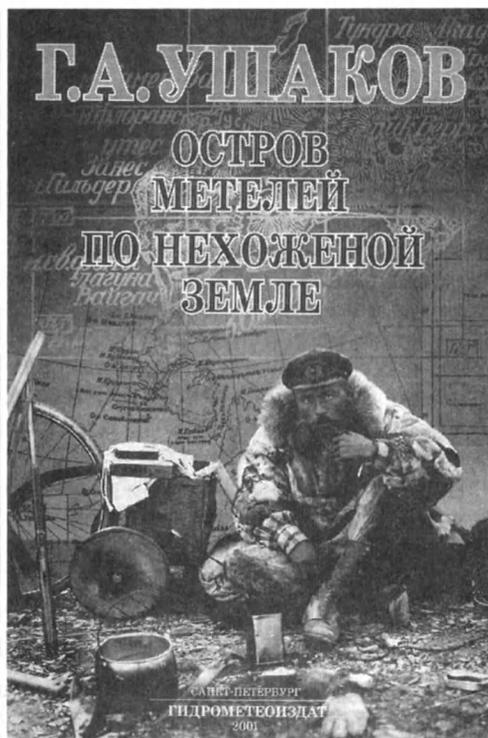
Г.А. Ушаков ушел из жизни в конце 1963 г. Выполнено его желание: он похоронен там, где базировалась Североземельская экспедиция. Изучение и картирование островов Северной Земли Георгия Алексеевича считал главным достижением своей жизни. На острове Домашнем, под гранитной глыбой, замурована урна с его прахом. На памятник, возвышающийся над маленьким полярным островком, ориентируются идущие по Северному морскому пути корабли и летящие самолеты. Северная Земля была долгие годы стартовой площадкой для дрейфующих на льдинах экспедиций “Северный полюс”. В бывшем домике

ушаковской экспедиции в 2000 г. открыт музей в честь экспедиции под руководством Б.А. Вилькицкого (1913–14 гг.), обнаружившей архипелаг, и отважной четверки его первых исследователей под руководством Г.А. Ушакова (1930–32 гг.). Им посвящены экспозиции многих музеев, в том числе в Музее Арктики и Антарктики в Санкт-Петербурге, открытом Г.А. Ушаковым в 1937 г., в г. Анкоридж на Аляске, в Музее Мирового океана в г. Калининграде.

Более 50 географических названий, связанных с деятельностью Г.А. Ушакова, появились на карте Севера. Его имя многократно увековечено на географической карте мира: остров в Карском море; мыс на острове Нансена в архипелаге Земля Франца-Иосифа; ледник, река и мыс на архипелаге Северная Земля; мыс и поселок на острове Врангеля; горы и залив в Антарктиде; две улицы и микрорайон на его родине, в бывшем Амурском крае. Воды Мирового океана бороздят корабль погоды “Георгий Ушаков” и судно-рефрижератор “Остров Ушакова”.

В 1984 г. Географическое общество СССР и руководство Государственного заповедника открыли памятник в поселке Ушаковский на острове Врангеля. Стела и карта острова в ее основании выполнены из бетона и инкрустированы алмазной крошкой, найденной на острове. Обелиск увенчан бронзовым барельефом с портретом Г.А. Ушакова работы профессора С.М. Успенского.

Когда в 2001 г. в Президиуме РАН отмечалось 100-летие со дня рождения



Г.А. Ушакова, среди многочисленных приветствий было зачитано и послание от Тура Хейердала. Гидрометеорологическое издательство в Санкт-Петербурге переиздало под одной обложкой неоднократно выходившие в свет (в том числе и на иностранных языках) два произведения Г.А. Ушакова, с предисловием академика Ю.А. Израэля и вступительной статьей полярного географа В.С. Корякина, озаглавленной очень точно: “Тот, кто навсегда остался с Арктикой”.

*М.Г. УШАКОВА
Институт океанологии
им. П.П. Ширшова РАН*

Вернер фон Браун

(к 90-летию со дня рождения)

Вернер фон Браун – один из пионеров ракетостроения и мировой astronautики, выдающийся конструктор ракетно-космической техники, создатель первых в мире баллистических ракет, руководитель лунных экспедиций по программе “Аполлон” и разработки семейства самых мощных в мире ракет-носителей “Сатурн”, активный участник американской космической программы.

Вернер Магнус Максимилиан фон Браун (Wernher von Braun) родился 23 марта 1912 г. в г. Вирзице прусской провинции Позен (Германия) в семье крупного немецкого политического и финансового

деятеля. Отец – барон Магнус фон Браун, бывший заместитель рейхсканцлера, председатель правительства Восточной Пруссии и директор Рейхсбанка – долго оставался влиятельным лицом в общественной жизни Германии. До школы воспитанием Вернера занималась в основном мать, баронесса Эмми, урожденная фон Квисторн. После переезда в Берлин 10-летнего Вернера отдают во Французскую гимназию, где он стал... второгодником, выказав скромные познания в физике и математике. Зато прослыл оригиналом, занимаясь только тем, что его интересовало. 12-летний “изобретатель” сконструировал “автомобиль-ракету”, оснастив ящик от фруктов на колесах фейерверочными шашками. В 1925 г., после очередного заключения в полицейском участке за запуск “летающей тары”, его переводят в учебное заведение с более строгими порядками – интернат Германа Литца в графстве Эттерсбург под Веймаром. Однажды Вернер натолкнулся в журнале по астрономии на рекламу книги Г. Оберта “Дороги к космическому путешествию” (“Wege zur Raumschiffahrt”, 1929 г.). Мечта о полетах в космическом пространстве заставила юношу зубрить математику столько, сколько требовалось для понимания этой книги. Тогда же он возглавил группу одноклассников для пост-



Вернер фон Браун (1912–1977).

ройки обсерватории, сердцем которой стал телескоп, подаренный фрау Эмми.

В 1927 г. в Германии образовалось Общество межпланетных сообщений (VfR). О нем Вернер узнал на демонстрации ракетного автомобиля М. Валье в 1928 г. Этим же временем датируется и юношеская рукопись Вернера “Лунетта” – проект орбитальной космической станции. В 1928–29 гг. он посещает собрания VfR и переписывается с основателем общества В. Леем. В апреле 1930 г. Браун поступает в Берлинский технический институт. До начала учебного семестра устраивается практикантом на паровозный завод Борзига. Летом 1929 г. в Берлин приезжает Г. Оберт (Земля и Вселенная, 1995, № 5), чтобы консультировать на съемках фантастического фильма Ф. Ланга “Женщина на Луне” (“Frau im Mond”). Для рекламы фильма Г. Оберт должен был сделать настоящую ракету, но не успел к премьере. В павильоне киностудии “Ufa” работал и 17-летний Вернер.

Весной 1930 г. Берлинский химико-технический государственный институт предлагает VfR и Г. Оберту свои цех и средства, чтобы доработать и запатентовать его модель камеры сгорания ЖРД. Вернер фон Браун встречается с Г. Обертом, в результате их встречи Вернер был рекомендован экскурсоводом на первую ракетную выставку VfR в Берлине. Все свободное время Вернер и известные ракетчики К. Ридель и Р. Небель занимаются в мастерских Института камерой ЖРД – “конусной форсункой” Г. Оберта.

В сентябре 1930 г. веселая компания на двух автомобилях и телеге привезла в Райникендорф (пригород Берлина) кучу странных вещей. Молодые люди втащили в помещении заброшенной армейской казармы сигарообразный предмет, а на въездные ворота приколотили полутораметровую металлическую модель космического корабля из реквизита фильма “Женщина на Луне”. Так открыли знаменитый Ракетодром VfR (Raketenflugplatz). Его история (1930–34 гг.) совпадает с учебой Вернера: семестр в Берлинском техническом институте (1930 г.), три семестра в Цюрихском техническом институте (1931–32 гг.) и три

семестра в Берлинском университете (1933–34 гг.).

Созданием ракетного оружия занялись начальник Отдела боеприпасов и баллистики Армейской инспекции вооружений (AWB) полковник К. Беккер и преподаватель Берлинского технического института, руководитель разработок жидкостно-реактивных снарядов капитан В. Дорнбергер. Первые пять лет (1927–32 гг.) AWB изучала возможность применения “ракетной идеи” в артиллерии и финансировала уже существующие проекты. В 1932 г. Беккер и Дорнбергер решили пригласить на экспериментальную станцию в Куммерсдорф (полигон на юге Берлина) немецких специалистов по ракетной технике: М. Валье и В. Риделя (“Opel-Heylandt”), И. Винклера (“Junkers”), Р. Небеля и К. Риделя (VfR).

К октябрю 1932 г. финансовые перспективы Ракетодрома были плачевны. Вернер фон Браун добивался личной аудиенции у К. Беккера. В результате инвестирование возобновили, а молодому человеку рекомендовали продолжать работу над диссертацией в Берлинском университете Фридриха-Вильгельма, совмещая ее с работой в Управлении вооружений. 1 октября 1932 г. Брауна включили в группу анализа технической (ракетной) документации.

В 1934 г. Вернер фон Браун – докторант Берлинского университета, по совместительству – руководитель опытной площадки “Куммерсдорф – Запад” с небольшой лабораторией и “стипендией” исследователя. К концу 1934 г. группа Брауна под руководством В. Дорнбергера уже испытывает ЖРД двух ракет (Aggregat): “A-1” и “A-2” с весом 150 кг и тягой 300 кгс. К 1935 г. команда Брауна выросла до 80 человек и регулярно проводила статические испытания ЖРД с тягой от 1.0 до 1.5 тс. При испытаниях случались и взрывы. Требовалось более безопасное место для ракетного полигона. Отец Вернера посоветовал перевести его в устье реки Пеене вблизи рыбацкой деревеньки Пеенемюнде на острове Узедом в Балтийском море, где еще его дед охотился на уток.

1935–36 гг. – “золотой век” для Люфтваффе (ВС Германии), в Третьем Рейхе



Рудольф Небель и Вернер фон Браун (справа) с ракетами "Мирак" на Ракетодроме под Берлином. 1930 г.

тогда не было более богатого ведомства. А так как оно тесно взаимодействовало с армией в разработке самолетов с ракетным двигателем и нуждалось в услугах ракетчиков, Вернер фон Браун и К. Беккер использовали сотрудничество "контор". "Крылатые" фонды резко продвинули строительство нового центра. Кроме летного поля, стендов и цехов Люфтваффе ("Пеенемюнде-Запад") на острове быстро росли и сооружения для производства, испытания и запуска боевых ракет.

В 1937 г. Браун назначен техническим (гражданским) директором Центра развития ракет "Куммерсдорф-Пеенемюнде-Восток", В. Дорнбергер стал его военным шефом. В 1936–38 гг. создавались и испытывались ракеты "Агрегат-3 и -5". В марте 1939 г. Гитлер присутствовал на испытательных запусках, но не заинтересовался тем, что увидел, и в феврале 1940 г. были закрыты все разработки

оружия, которые не могли дойти до стадии производства в течение года.

Несмотря на прохладное отношение верхушки Рейха к ракетостроению, Рейхсвер продолжал крупномасштабные работы по ракетной программе в Пеенемюнде. Более 2,5 года ушло у команды Брауна на создание первой в мире баллистической ракеты "А-4" ("V-2"), способной нести 1 т полезной нагрузки на расстояние до 300 км. 3 октября 1942 г. состоялся ее первый успешный старт. В тот же день, на официальном праздновании, В. Дорнбергер сказал: "Мы вторглись в космос нашей ракетой и впервые доказали, что ракетная тяга годится для космического путешествия... но, пока продолжается война, нашей главной задачей может быть только быстрое совершенствование ракеты как оружия". Руководителем разработки "А-4" в 1943 г. назначен генерал-майор В. Дорнбергер, начальник военно-испытательной станции в Пеенемюнде.

В середине 1943 г. в связи с ухудшением положения немецких войск на фронтах Гитлер проявил интерес к проектам принципиально нового оружия. Министр вооружений А. Шпеер 7 июля 1943 г. ор-

ганизовывает визит в “Ставку” представителей Пеенемюнде. Фюрер был потрясен молодостью и умом Вернера фон Брауна и приказал: считать Пеенемюнде самым важным объектом. В 1944 г. началось производство “V-2” (“Фау-2”) на подземном заводе Миттельверк в горах Гарца, руководил проектом генерал СС Гиммлер.

Какое-то время шеф СС тщетно оказывал давление на Рейхсвер и В. Дорнбергера, чтобы получить контроль над ракетной программой. Г. Гиммлер предлагает Брауну перейти в его ведомство, но получает категорический отказ. Браун немедленно арестовали (22 марта 1944 г.) по указанию руководителя гестапо. В обвинении звучало: “...фон Браун и его сотрудники скептически отзывались о ходе войны и ставили мечты о космическом полете выше развития “А-4” как оружия Рейха”. И еще: “...фон Браун готовит бегство в Англию, на личном Мессершмитте-тайфун...” Ракетчики томились в тюрьмах, несмотря на поручительство за них В. Дорнбергера, до тех пор, пока А. Шпеер не добился их освобождения.

Возможно, что над Вернером фон Брауном в тот момент нависла более серьезная угроза, чем желание Г. Гиммлера прибрать Пеенемюнде к рукам. В окружении Гитлера были специалисты, понимавшие, к чему приведет “ракетная афера”. Сегодня очевидно, что военный результат ракет “А-4” на европейском театре войны был почти нулевым. Ракетная программа нанесла военно-промышленному потенциалу Рейха существенный урон, что невольно сделало Брауна нашим “союзником”: на Восточный фронт не были переброшены тысячи дополнительных самолетов и танков. Обвинение Брауна в деятельности против Рейха сослужило ему после окончания войны добрую службу, но в 1944 г. деваться было некуда, и 8 сентября 1944 г. первая ракета “А-4” полетела на Лондон. Всего было изготовлено около 4300 ракет “Фау-2”, из них на Лондон запущено более 1300 и 1600 – на Антверпен. Существенного ущерба “А-4” не принесла, население больше пострадало от налетов авиации.

В отличие от “А-4” ряд проектов немцам вообще не удалось реализовать. Наиболее интересны из них: подводный старт “А-4” – “Лафференц” (спасательный жилет) и двухступенчатая межконтинентальная ракета “А-9/10” с дальностью полета 5000 км (!), крылатый прототип верхней ступени которой (“А-9”) – “А-4b” (“Wasserfall”) – прошел испытания в 1944–45 гг. В конце января 1945 г. к Пеенемюнде приближалась Советская Армия. Русских немцы боялись, “своих” – тоже: прошел слух, что Г. Гиммлер приказал ликвидировать специалистов ракетной техники. Команда ракетчиков во главе с Брауном и Дорнбергером тайно перебирается на юг Германии, где 2 мая 1945 г. сдается американским войскам. Некоторое время она находилась под стражей, а затем с ракетами, деталями к ним и документацией была переправлена в Форт Блисс (шт. Техас), недалеко от полигона Уайт Сэндз (шт. Нью Мексико) для испытаний ракет. Там и была заложена основа ракетной программы США.

В 1945–50 гг. команда Брауна знакомит американских специалистов с ракетной техникой, запуская ракеты “А-4” (“V-2”). Ракетчикам-профессионалам было мучительно собирать уже устаревшие “А-4” вместо того, чтобы создавать что-то новое. А в СССР в это время конструкторы изучали их ракеты и двигались дальше. Ракетчики отказались продлить контракты, потребовав изменения условий своего содержания и воссоединения с семьями.

На полигоне Уайт Сэндз уже запускались ракеты с приборами для изучения верхних слоев атмосферы, солнечной радиации и космоса, реализовывались проекты “Гермес” и “Бампер” (“V-2” – “WAC Corporal”). В 1947–48 гг. Вернер фон Браун написал свою первую книгу – “Марс-проект”, в который разработал детали полета на Марс, изложил последовательность этапов проведения экспедиции; согласно им через 17 лет астронавты достигли Луны по программе “Аполлон” (“Apollo”).

1 апреля 1950 г. Брауна назначают техническим директором Отделения оперативных разработок дальних управ-

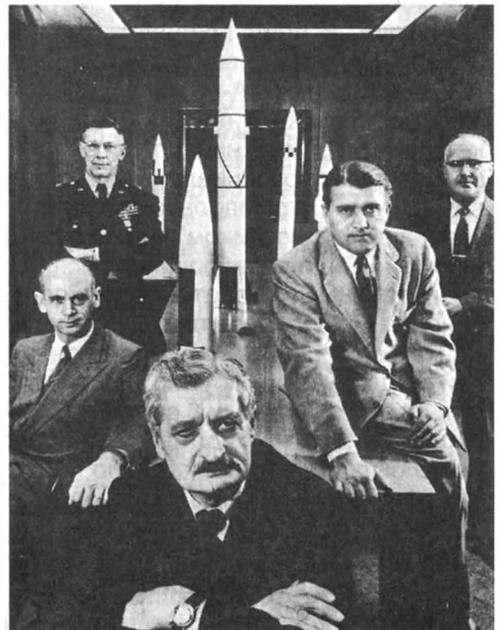
ляемых ракет Арсенала Редстоун. Со своей командой он перебирается на новое место – в г. Хантсвилл (шт. Алабама). Здесь он построил самый мощный в США научно-производственный комплекс для разработки многоступенчатых ракет-носителей. В 1952–53 гг. коллектив, состоящий из 130 немецких ракетчиков и 800 американских рабочих и сотрудников Арсенала Редстоун, создает боевую баллистическую ракету “Редстоун” (“Redstone” SSM-A-5) с дальностью полета 370 км. В 1955 г. в Арсенале работают уже 2 тысячи человек, начальники всех 30 отделов – немцы, которые в этом году получили гражданство США. С 1956 г. Вернер фон Браун – директор Отделения оперативных разработок военного агентства баллистических снарядов (ABMA). В том же году модифицированная ракета “Редстоун” (“Юпитер-С”) достигает дальности полета 5311 км. В 1955–57 гг. создается новая боевая ракета “Юпитер” с дальностью полета 2780 км. Несмотря на неоднократные просьбы Брауна позволить ему запустить спутник, США упускают свой шанс, пропуская вперед СССР. В 1958–60 гг. под руководством Брауна создана боевая ракета “Першинг” (модификация “Редстоуна”).

31 января 1958 г. ценой невероятных усилий состоялся запуск первого американского спутника “Эксплорер-1” (“Explorer-1”) с помощью РН “Юпитер-С” (“Jupiter-C”). В 1960 г. коллектив Брауна перешел в ведомство NASA. Вернера фон Брауна назначают директором только что образованного Космического Центра им. Дж. Маршала (MSFC). Уже после орбитального полета Ю.А. Гагарина, 5 мая 1961 г., состоялся первый полет астронавта США А. Шеппарда (лишь по баллистической траектории полета в КК “Меркурий” с помощью той же РН “Юпитер-С”). 25 мая 1961 г. незадолго до успешного запуска (27 октября 1961 г.) новой ракеты-носителя “Сатурн-1” (“Saturn-1”) конструкции Брауна президент США Д. Кеннеди

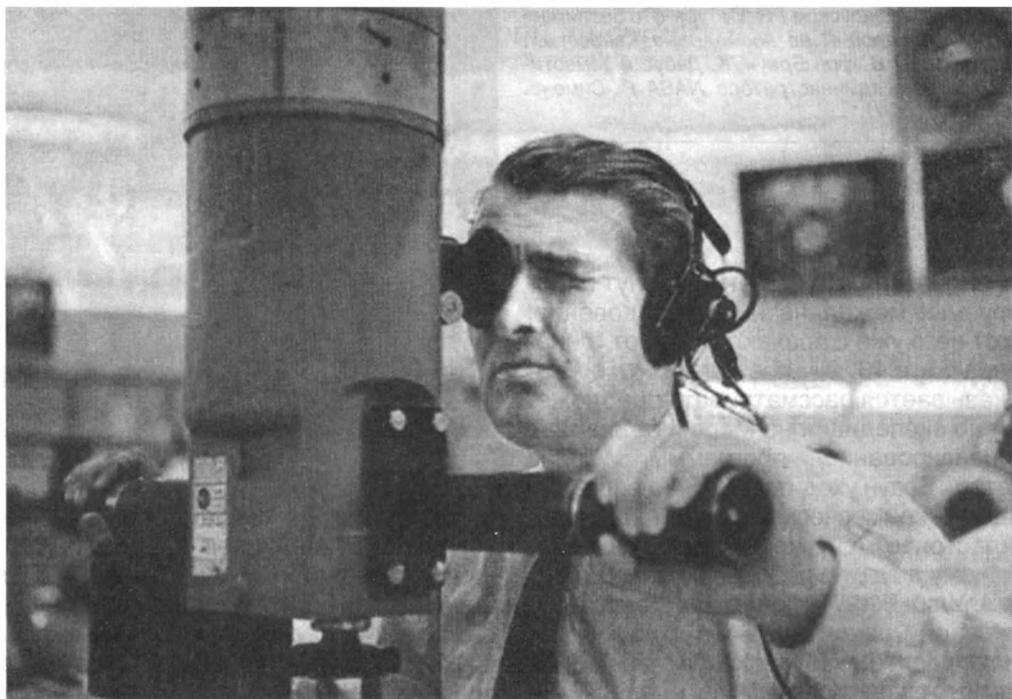
объявляет новую национальную задачу: “Американцы должны первыми достичь Луны”. Исключительная роль в осуществлении лунной пилотируемой программы принадлежала Вернеру фон Брауну. В 1961 г. Британское межпланетное общество наградило Брауна Золотой медалью “За выдающиеся достижения в развитии ракетной техники”.

1961–62 гг. – “золотые” в истории ракетной техники. В это время американские ученые изучили бесчисленное количество разных вариантов экспедиции на Луну – от посадки на нее без возвращения до создания лунной базы. И наиболее реальным был, как всегда, проект команды Брауна – “Горизонт”, осуществляемый шестью одновременными запусками РН “Сатурн-2” (“Saturn-II”) для сборки лунного пилотируемого комплекса на орбите Земли. В США понимали, что СССР попробует опередить их, пережитые поражения в “космической гонке” были сильнее финансового риска. Вернеру фон Брауну поручают создать ракету-носитель сверхтяжелого класса, способную отправить миссию на Луну одним запуском.

В 1963–69 гг. расцвел конструкторский и организаторский талант Брауна.



В Арсенале Редстоун в Хантсвилле (шт. Алабама). На первом плане – Г. Оберт, справа (сидит) В. фон Браун. 1956 г.



Из бесчисленных вариантов лунной РН он остановился на проекте "Сатурн-5" ("Saturn-V"). И по сей день профессиональные ракетчики удивляются оптимальности этого идеального образца инженерно-конструкторской мысли. Вернеру фон Брауну принадлежит абсолютный инженерный рекорд: надежность его ракет-носителей семейства "Сатурн" достигала 100%. Будучи директором MSFC и главным конструктором РН "Сатурн-5", он входил в Совет управления программы "Аполлон". Напомним некоторые этапы этой программы: 9 ноября 1967 г. – первый успешный запуск РН "Сатурн-5", 21 декабря 1968 г. – "Сатурн-5" отправил на орбиту Луны КК "Аполлон-8" с экипажем, 16 июля 1969 г. – с помощью "Сатурн-5" на Луну ступили астронавты КК "Аполлон-11". На самый главный запуск своей жизни – КК "Аполлон-11" – Вернер фон Браун приглашает учителя Г. Оберта. Программа "Аполлон" вошла в историю как лучший пример творческого коллективного труда инженеров, ученых, рабочих на благо всего человечества. Шесть экспедиций на Луну ("Аполлон-11, -12, -14–17") продемонстрировали возможности США,

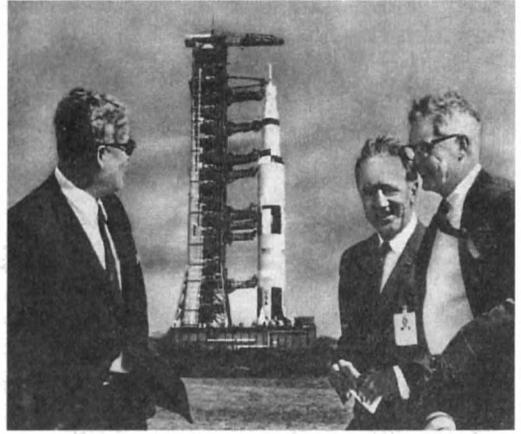
Вернер фон Браун в бункере на мысе Канаверал у перископа во время первого испытательного запуска РН "Сатурн-1". 1961 г.

и в этом главная роль принадлежит команде Брауна (Земля и Вселенная, 1969, №№ 1, 6; 1970, № 4; 1971, № 6; 1972, № 2; 1973, №№ 1, 5; 1989, № 5).

Заслуги Вернера фон Брауна высоко оценены. За научно-технические достижения в 1964–77 гг. он был награжден медалью США, медалями NASA ("За выдающееся руководство" и двумя "За отличную службу"), медалью С. Лэнгли Смитсоновского института, Федеральным крестом Достоинства (ФРГ) и другими.

Еще во время продолжения рискованных полетов астронавтов на Луну (1970–72 гг.) новая администрация США и вымотанные десятилетним напряжением руководители NASA думали о том, как их прекратить. В 1970 г. Брауна переводят на должность заместителя главного администратора NASA по перспективным космическим программам в штаб-квартиру в Вашингтоне. Здесь он еще

Перед первым запуском РН "Сатурн-5" с беспилотным КК "Аполлон-4" на космодроме Канаверал. Конструкторы В. фон Браун, К. Дебус и заместитель главного администратора NASA Р. Сименс. 1967 г.



наивно верит, что США не свернут пилотируемые межпланетные исследования, но от него уже шарахаются как от "динозавра". А в 1972 г. президент Р. Никсон отказывается рассматривать предложения по экспедиции на Марс и объявляет финансирование программы "Спейс Шаттл". Браун уходит из NASA в вице-президенты коммерческой фирмы "Фаирчилд Индастриес" (г. Джемэнтаун), к своему давнему другу по работе, охоте и рыбалке Э. Улю. В 1973 г. переносит операцию по поводу рака. В 1974 г. он работает над проектом спутника, а свободное время отдает полетам на планере. По просьбе NASA в 1974 г. Браун занимает пост первого президента только что организованного Национального космического института. В конце года переносит вторую операцию. В мае 1976 г. проходит курс лечения в больнице, а в декабре уходит с работы.

Незадолго до смерти его навещает астронавт Н. Армстронг – первый землянин, ступивший на Луну. 16 июня 1977 г. Вернер фон Браун скончался в окружении семьи и старых друзей в своем доме в г. Александрия (шт. Вирджиния). В последний путь, вместе с родными и близкими, его проводил экипаж "Аполлон-11", чьи следы на Луне, по прогнозам ученых, не "сотрутся" несколько миллионов лет. Они останутся там как памятник эпохе Брауна, когда, возможно, не будет уже и человечества на Земле...

А.Е. МАРКОВ

Информация

Метеорит с Марса

Участники японской антарктической экспедиции в 2000–2001 гг. обнаружили второй по величине из найденных за всю историю исследований метеорит с Марса (Земля и Вселенная, 1997, № 2). Напомним, что самый крупный из известных

метеоритов марсианского происхождения (масса около 18 кг) был обнаружен в 1962 г. в Нигерии. Новый камень (масса 13.7 кг), согласно сообщению Национального института полярных исследований (Япония), был обнаружен в горах Ямато примерно в 300 км к юго-западу от станции "Сиова" в Антарктиде. Всего же с ноября 2000 г. по январь 2001 г. японские полярники нашли там 3550 метеоритов. Ученые считают, что два из них имеют марсианское происхождение. Об этом, по их мнению, свидетельствуют вкрапления силикатных кристаллов, а

также частички газов, характерных для атмосферы Красной планеты. Некоторые из найденных в метеоритах минералов свидетельствуют о длительном взаимодействии с водой, что, возможно, косвенно подтверждает: когда-то на Марсе могли существовать океаны. Поверхность обоих марсианских камней покрыта черной окалиной, а внутри они темно-зеленые. Возраст метеоритов, по мнению ученых, не меньше 8.7 млн. лет.

По материалам Интернет-сайта Астронет

Астрономическая обсерватория Иркутского университета

(к 70-летию АО ИГУ)

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Датой основания астрономической обсерватории Иркутского государственного университета (АО ИГУ) считается 1 октября 1931 г., когда Народный комиссариат просвещения СССР “выделил штат” широтной станции – директора и вычислителя. Строго говоря, история обсерватории началась раньше. В 1910 г. в Иркутске была создана городская астрономическая обсерватория Восточно-Сибирского отдела Императорского Русского Географического общества (ВСОИРГО) под руководством любителя астрономии Р.С. Пророкова. В 1924 г. будущий академик АН Украины, член-корреспондент АН СССР А.Я. Орлов, находясь в Иркутске, поставил вопрос о создании здесь станции, которая была необходима на востоке страны для определения колебаний широты (движения полюса Земли). Орлов лично выбрал место для будущей обсерватории на улице 1-й Иерусалимской (ныне Советской), в кирпичном доме, принадлежавшем университету, где она находится до сих пор.

В 1926 г. университет выделил указанное здание для обсерватории, а в 1928 г. при содействии А.Я. Орлова был получен первый инструмент (зенит-телескоп фирмы “Аскания-Верке”). Наконец в 1931 г. станция получила официальное признание. Первым директором стал профессор астрономии Вильгельм Карлович Абольд. В 1940 г. ИГУ была передана и городская обсерватория (ранее принадлежавшая ВСОРГО). Городская обсерватория просуществовала до 1960 г., после чего телескоп Цейса был перевезен из здания краеведческого музея (бывшего музея ВСОРГО) на астроплощадку АО ИГУ.

Обсерватория, создававшаяся как широтная станция, стала преимущественно астрометрической. Основные направления ее работы сводились к следующему.

Участие в отечественной и международной службах широты. Астрономические определения широты места наблюдений проводились на зенит-телескопе “Аскания-Верке” в 1932–37 гг. В конце 1957 г. обсерватория получила новый, по тем временам совре-

менный инструмент – зенит-телескоп ЗТЛ-180, на котором велись непрерывные наблюдения в 1958–93 гг. Руководила этими работами кандидат физико-математических наук К.С. Мансурова, работавшая здесь с 1957 г., в 1972–89 гг. – в качестве директора. С 1971 г. иркутские наблюдения оказывались на 2–3-м месте по точности среди 19 инструментов, участвовавших в международной службе, в 1976 г. Иркутск разделил 1–2-е места с Благовещенской широтной станцией. Высокие оценки работе иркутских астрометристов были даны в 1975 г. во время Пленума рабочей группы Астросовета по изучению вращения Земли.

Участие в отечественной и международной службах времени. Астрономические определения точного всемирного времени (по сути, неравномерности вращения Земли) начались здесь в 1942 г. На базе АО ИГУ в военные годы работала Лаборатория времени Комитета по делам мер и измерительных приборов (будущего Госстандарта). В 1949 г. Лаборатория времени переехала в собственное помещение, но пассажный инструмент Бам-

берга остался в АО ИГУ. Позднее были получены новые пассажные инструменты, и определение неравномерности вращения Земли в АО ИГУ продолжается, таким образом, вот уже почти 60 лет. С 1956 г. регистрация прохождений звезд через небесный меридиан осуществляется с помощью фотоэлектрического метода. Первая фотоэлектрическая установка АО ИГУ была создана в 1955 г. молодым сотрудником обсерватории А.И. Язевым – третья в стране после Пулковской и Московской. Оригинальные разработки, защищенные авторскими свидетельствами (А.И. Язев и Э.П. Медведков), а также профессиональная работа наблюдателей позволили Иркутской Службе времени стать одной из лучших в стране. В 1973–74 гг. Иркутск имел максимальный вес среди 10 фотоэлектрических пассажных инструментов, в 1975–76 гг. пропустил вперед только Москву и Пулковку. Среди 18 инструментов СССР и социалистических стран в 1970–80-е гг. инструмент АО ИГУ неизменно был на одном из первых мест по количеству и качеству наблюдений.

При инструментальной и кадровой поддержке АО ИГУ выросла и окрепла соответствующая служба в ВС НИИФТРИ, с которой и сейчас продолжается тесное научно-техническое сотрудничество.

Участие в отечественной и международной службах оптических наблюдений искусственных спутников Земли. С момента начала запусков искусственных спутников Земли (ИСЗ) на базе АО ИГУ действовала станция наблю-

дений ИСЗ. Первым начальником станции был сотрудник физического факультета ИГУ А.Я. Мелешко, затем В.Я. Грудинин, и с 1959 г. по 1975 г. – сотрудник АО ИГУ В.Н. Захаров. Первоначально применявшиеся визуальные наблюдения в 1958 г. заменили на фотографические (при помощи аэрофотокамеры НАФА). С 1962 г. станция участвовала в синхронных наблюдениях ИСЗ совместно с Москвой, Новосибирском, Ханоем, Улан-Батором, с 1963 г. стала опорной. В 1967 г. станция награждена Почетной грамотой Министерства образования и Астросовета. Под руководством В.Н. Захарова разрабатывались оригинальные фотограмметрические методы определения координат ИСЗ. В 1975 г. в связи с использованием новых, более точных методов координатных измерений положений ИСЗ станция оптических наблюдений ИСЗ в АО ИГУ прекратила свое существование.

Наблюдения мезосферных (серебристых) облаков. В 1971–72 гг. АО ИГУ совместно с кафедрой геодезии и картографии ИГУ выполняла хозяйственную работу в интересах СибИЗМИР СО АН СССР (ныне ИСЗФ СО РАН) по наблюдениям мезосферных облаков. Начальником экспедиции по проведению фотографических базисных (с двух пунктов) наблюдений был назначен В.Н. Захаров. Эта тема стала штатной в 1975–97 гг. Выполнен ряд экспедиций на средний и северный Байкал, получено большое количество уникального фотоматериала, составлены атласы, проведены из-

мерения скоростей. В АО ИГУ разработан оригинальный метод псевдопараллакса для определения смещений облаков при наблюдениях из одного пункта.

Исследования Солнца. С 1940 г. проводились визуальные наблюдения Солнца и солнечных пятен на рефракторе Цейса, зарисовки пятен выполнял А.А. Каверин. АО ИГУ участвовала в работе Службы Солнца СССР. С конца 1950-х гг. проводились фотографические наблюдения фотосферы Солнца с помощью фотогелиографа ФГ-1. В связи с развитием аналогичных наблюдений в СибИЗМИРАН СО АН СССР, с 1970 г. Служба Солнца была закрыта. С 1998 г. исследования Солнца в обсерватории снова были развернуты в тесном контакте с ИСЗФ СО РАН на новом уровне.

Астрономическое образование. Сотрудники обсерватории В.К. Абольд, Л.Н. Надеев, И.Н. Язев¹, А.А. Каверин, В.Ф. Енишев, К.С. Мансурова, В.Н. Захаров, О.А. Кристалл, Р.И. Кучук, А.В. Латышев, С.А. Язев в разное время вели теоретические и практические занятия по астрономии на физическом и географическом факультетах ИГУ, на физическом и математическом факультетах Иркутского государственного пединститута (ныне педуниверситета). Е.С. Мансурова более 15 лет руководила школьным астрономическим кружком при обсерватории. Через него прошли многие школьники, которые стали впоследствии профессионально заниматься астрономией и ее преподаванием.

Популяризация астрономии. Обсерватория ИГУ тра-

¹ История обсерватории тесно связана с фамилией Язевых. А.И. Язев, сын И.Н. Язева (директора в 1949–55 гг.), многие годы работал здесь, возглавляя Службу времени. С.А. Язев, сын А.И. Язева и К.С. Мансуровой (директора в 1972–89 гг.), руководит АО с 1997 г.

диционно занималась популяризацией астрономических знаний. Архивы содержат сотни газетных и журнальных научно-популярных публикаций, подготовленных в АО ИГУ (В.К. Абольд, А.А. Каверин, И.Н. Язев, К.С. Мансурова, С.А. Язев). Готовились афиши (астрономические сообщения) о затмениях (А.А. Каверин), читались лекции по астрономии в населенных пунктах Иркутской области, проводились курсы повышения квалификации для учителей астрономии (К.С. Мансурова, С.А. Язев), готовились многочисленные сюжеты для местных телеканалов. Были налажены тесные связи АО ИГУ с областным планетарием в период его существования (1949–86 гг.), а также со школьными астрономическими кружками региона. В советский период обсерватория активно участвовала в организации и проведении региональных слетов любителей астрономии.

ЛЮДИ

За десятилетия существования АО ИГУ здесь работало много десятков людей. Большой вклад в развитие обсерватории внесли ее руководители и ведущие сотрудники. В их числе первый директор и научный руководитель обсерватории профессор В.К. Абольд, возглавлявший ее в 1931–37 гг., директор “городской обсерватории”, влившейся позднее в состав АО ИГУ, Р.С. Прокопов и его “наследник” доцент А.А. Каверин. В 1940–41 гг. директором АО ИГУ был выпускник ИГУ Е.П. Федоров – будущий академик АН Украины, директор Главной (Голосеевской) астрономической обсерватории АН Украины. Работа в Полтаве и в Голосеево, он многие десятилетия вел пере-

писку с АО ИГУ, принимал активное участие в обсуждении ее дел. В 1948–49 гг. директор АО ИГУ – будущий заведующий кафедрой Рязанского госпединститута, известный специалист по спутниковой астрономии, консультант войск ПВО СССР доктор физико-математических наук В.И. Курышев. Увеличение штата АО ИГУ в 1948 г. до 12 человек – во многом его заслуга. В 1949–55 гг. обсерваторию возглавлял известный астрометрист, один из основателей НИИГАИК (Новосибирск), профессор, заведующий кафедрами в Новосибирске и Иркутске, кандидат физико-математических наук И.Н. Язев. В период его руководства существенно расширилась материальная база обсерватории, увеличилась площадь астроплощадки, появились новые инструменты, внедрялись современные методы. После его смерти в 1955 г. обсерваторию некоторое время возглавляла В.П. Силантьева.

С 1956 г. по 1972 г. директором АО ИГУ был В.Ф. Ениш. В этот период развивались современные службы – времени, широты и ИСЗ. АО стала занимать ключевые места в рейтинге астрометрических станций СССР и социалистических стран.

Наибольшее развитие получила обсерватория в период руководства в 1972–89 гг. К.С. Мансуровой. Произошла перестройка многих помещений обсерватории, коллектив насчитывал более 30 человек. Продолжались высокоточные астрометрические наблюдения, развернулись экспедиции по изучению серебристых облаков, велась активная учебная и популяризаторская работа в ИГУ и ИГПИ, работал астрокружок. В 1989–1995 гг. директором АО ИГУ

был доцент А.В. Латышев. После его ухода в 1996–97 гг. обязанности директора исполняла М.А. Татаренко. В этот период началось оснащение обсерватории современной вычислительной техникой. В 1997 г. на должность директора пригласили кандидата физико-математических наук С.А. Язева.

Большой вклад в развитие научных исследований обсерватории внесли кандидаты физико-математических наук А.И. Язев, Л.Н. Надеев, Т.В. Гудкова и доктор физико-математических наук М.А. Кутимская. Много сделал для обсерватории заместитель директора по хозяйственной работе в 1972–95 гг. В.И. Попов. В рамках небольшой статьи невозможно перечислить всех, кто долгие годы самоотверженно работал в обсерватории, участвовал в регулярных наблюдениях и обработке данных.

Как показала история, астрокружок при АО ИГУ явился своеобразной кузницей астрономических кадров для Иркутска. В 1972–93 гг. им руководили Е.С. Мансурова, Ю.А. Чиргин, Д.Ю. Климушкин, активно участвовали в делах кружка Е.А. Долгова, Г.И. Куштал, О.А. Ожогина, С.А. Язев.

СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ И ПЛАНЫ

В АО ИГУ работает всего 9 человек, включая уборщицу и совместителей. Ведущая тема НИР – определение параметров вращения Земли астрооптическими методами, исследуется солнечная активность и ее влияние на земные процессы.

Проводятся регулярные наблюдения на фотоэлектрическом пассажном инструменте ФПИ 1Ф № 580001. Об-

рабочие данные оперативно передаются по электронной почте в Институт метрологии времени и пространства (ИМВП). Постоянно модернизируется действующая аппаратура и создается новая.

Исследования солнечной активности предусматривают, прежде всего, изучение феномена комплексов активности на Солнце и их вспышечной деятельности по комплексным данным. Эти работы были поддержаны в 1998–2000 гг. грантом Министерства образования. Результаты работ докладывались на отечественных и международных конференциях и изложены во многих публикациях. Проводятся также поисковые работы в области изучения связей солнечной активности и некоторых земных процессов.

Планы развития НИР в обсерватории предусматривают продолжение изучения параметров вращения Земли по договору с ИМВП. Предполагается проведение исследовательских работ по определению положения локальной отвесной линии с помощью астрооптических наблюдений по оригинальной технологии. Для изучения Солнца предусмотрен ввод в строй оптического телескопа Цейса для наблюдений фотосферы Солнца с регистрацией на ци-

фровую линейку со сканирующим устройством. Телескоп, принадлежащий ИСЗФ СО РАН, передан АО ИГУ и устанавливается в соседнем павильоне с пассажным инструментом. Использование получаемых данных, а также результатов обсерваторий ИСЗФ СО РАН и АО ИГУ, дополненные спутниковыми данными, позволят, во-первых, участвовать в работах по воссозданию Службы Солнца в РФ в рамках федеральной программы изучения “космической погоды” и, во-вторых, продолжить исследование проявлений солнечной активности.

Еще одно направление, которое развивается и будет продолжено в АО ИГУ – популяризация астрономии. В настоящее время реализуется проект совместно с одним из иркутских телеканалов в рамках местного вещания Сибирского телевидения. В эфир выходит еженедельная рубрика астрономических новостей (Д.В. Семенов, С.А. Язев). В обсерватории подготовлены сотни научно-популярных публикаций для местных газет, а также журналов “Земля и Вселенная” и “Звездочет”, местных журналов “Молодежный Магазин”, “Ветер странствий”. В 1998–2001 гг. завершено оснащение в АО ИГУ Астрозала, в котором с 2002 г. читаются публичные лекции по астро-

номии и космонавтике, демонстрируются объекты звездного неба в телескоп, готовятся иллюстративные авторские видеосюжеты для лекций.

В обсерватории выполнен и опубликован ряд работ, посвященных астрономическому образованию, созданы две оригинальные учебные программы. Здесь предложены концепции развертывания планетария и школьной (на родной) обсерватории в планируемом к строительству в 2002–05 гг. комплексе лицея ИГУ. Эти концепции поддержала городская администрация Иркутска. К сожалению, на протяжении многих лет АО слабо связана с учебным процессом в университете, поскольку в ИГУ астрономия не изучается. Но все-таки существует взаимодействие с физическим факультетом ИГУ и ИСЗФ СО РАН в области подготовки студентов-астрофизиков. Начаты и будут продолжены изыскания в области истории астрономии в Сибири.

Как и везде, существуют финансовые проблемы, но несмотря на них, обсерватория продолжает работать и развиваться.

*С. А. ЯЗЕВ,
кандидат
физико-математических наук
директор АО ИГУ*

Информатизация школьной астрономии

Е.П. ЛЕВИТАН,
доктор педагогических наук
Международная академия информатизации

М.Л. РЫСИН,
Вологодский государственный педагогический университет

В.П. ТОМАНОВ,
доктор физико-математических наук
Вологодский государственный педагогический университет

ТРЕВОЖНАЯ СИТУАЦИЯ

Школьная астрономия необходима для полноценного интеллектуального развития выпускников средних школ. От качества астрономического образования зависят сформированность научного мировоззрения, широкий кругозор учащихся, системность знаний школьников и сама положительная мотивация по отношению к учебе – желание приобретать знания, учиться.

Однако современное состояние астрономического образования близко к кризисному. Это не в малой степени связано с неуклюжими попытками реформировать старую школьную систему, что зачастую

лишь ухудшает общую ситуацию. Например, гуманизация образования – бесспорно, необходимая тенденция – в массовой школе пока что сводится в основном к резкому уменьшению общего числа часов на естественнонаучные дисциплины, отчего, конечно, серьезно страдает качество знаний учащихся. На протяжении почти всего XX в., в дореволюционной России и в советское время, астрономия была самостоятельным учебным предметом, а сейчас исключена из базисного учебного плана общеобразовательной школы и стала “предметом по выбору” (?!), изучение которого считается не обязательным. Трудно было выбрать для такой “реформы” более

неудачное время, потому что подрастающее поколение оказалось беззащитным перед натиском параунауки, суеверий и шарлатанства. Понимая это, мы пытаемся спасти школьную астрономию, обосновывая необходимость непрерывного формирования астрономических понятий с помощью разумного включения элементов астрономии в курсы разных учебных предметов, изучаемых во всех классах общеобразовательной школы (начиная с I класса!), внедрения системы интересных школьников факультативов, развития разнообразных форм внеклассной и внешкольной работы с детьми (Земля и Вселенная, 2000, № 1; 2002, № 4). С повестки дня

не снимается, конечно, и проблема совершенствования курса астрономии в старших классах школ, причем наличие нескольких “параллельных” учебников позволяет уже сейчас приступить к решению проблемы дифференциации астрономического образования, учитывая возможности и познавательные интересы “гуманитариев” и “физиков”.

Трезво оценивая создавшуюся ситуацию, приходится констатировать, что все предпринимаемые меры могут оказаться в конечном итоге мало эффективными, если не удастся достичь прорыва в поисках средств и методов обучения астрономии. Возможно ли это? Сорок лет назад, размышляя об этом, один из авторов данной статьи фантазировал о времени, когда преподавание астрономии преобразится благодаря внедрению в процесс обучения соответствующих кибернетических (электронных) устройств¹. Сейчас можно сказать: такое время наступило – становится реальностью информатизация школьного образования (в том числе астрономического) на базе оснащения школ компьютерами и возможности использования Интернета.

НА ПОРОГЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА

В настоящее время значительная часть трудоспособного населения высоко-

развитых стран занята в сфере информации и предоставления информационных услуг, поэтому складывающееся в мире постиндустриальное общество провозглашается *информационным*. Соответственно, наступивший XXI в. может быть назван также информационным, хотя предлагаются и другие названия (например, космический). Главный аспект информационного общества – приоритет информации (знаний) как объекта и результата общественного производства. Информатизация (как и космизация) затрагивает все сферы: науку, производство, образование, искусство и повседневную жизнь людей.

Одним из признаков перехода нашей цивилизации на информационный этап развития стал взрывоподобный рост объема информации. Информационное общество в крайней степени заинтересовано в том, чтобы его граждане были способны быстро адаптироваться к изменяющимся условиям, умели воспринимать и применять новую информацию, имеющую к тому же свойство быстро устаревать и терять свою актуальность.

Вместе с тем массовая отечественная школа в условиях традиционной классно-урочной системы, ориентированной в основном на репродуктивную учебную деятельность, нередко вынуждает учеников запоминать второстепенные, а зачас-

тую и порядком устаревшие факты из различных областей науки и культуры, и не формирует навыков получения необходимой информации. А это значит, что школа, несмотря на появление новой парадигмы образования, не готовит подрастающее поколение к условиям реальной жизни.

Темпы развития астрономической науки за последнее время подтверждают сказанное как нельзя лучше. В XX в. некоторые самые невероятные, на первый взгляд, гипотезы получили наблюдательное подтверждение и стали общепризнанными научными теориями. Достаточно упомянуть открытие множества галактик; подтверждение теории Большого взрыва и развитие гипотезы раздувающейся Вселенной; интереснейшие открытия, сделанные в ходе детального исследования физической природы планет Солнечной системы и их спутников, обнаружение планетных систем у других звезд...

Прогресс в астрономии сопровождается лавинообразным увеличением информационного потока. В то же время количество учебных часов, выделяемых в обычной школе на курс астрономии (там, где ее еще преподают!), осталось неизменным – 34 часа, которых и раньше не хватало. В сложившейся ситуации средствами только традиционных форм и методов обучения успешно справиться с обрушившим-

¹ Е.П. Левитан. Педагогическое призвание кибернетики. Учительская газета, 15 ноября 1962 г.

ся информационным валом, по нашему мнению, не представляется возможным. Заметим, что аналогично дела обстоят и по другим дисциплинам, что вполне объясняет перегрузку школьников, отрицательно сказывающуюся на их психическом и физическом здоровье.

В настоящее время назрела острая необходимость в информатизации системы школьного образования, в том числе астрономического. Нужно адаптировать содержание школьной астрономии, формы и методы ее преподавания ко все увеличивающемуся потоку учебной информации, внедряя компьютерные и телекоммуникационные технологии. Информатизация любого образовательного предмета (включая астрономию) является своего рода заказом современной цивилизации, призванным, во-первых, подготовить молодое поколение к жизни в информационном обществе и, во-вторых, повысить эффективность усвоения школьниками учебного материала.

Напомним, что под термином “информационная технология” большинство специалистов понимает систему форм и методов сбора, хранения, обработки и передачи информации из предметной области средствами электронно-вычислительной техники, т.е. с помощью компьютеров и телекоммуникационного оборудования (часто термин “информационная технология” в литературе используется во множественном числе).

Информатизация школьной астрономии включает следующие этапы:

– компьютеризация (внедрение компьютерного, телекоммуникационного и иного специализированного оборудования);

– обучение информационным технологиям участников образовательного процесса;

– разработка и внедрение в учебный процесс педагогических программных средств (называемых также компьютерными обучающими системами или педагогическими программными пакетами) и соответствующего методического обеспечения;

– построение и развитие единого образовательного информационного пространства на всех уровнях: местном, региональном, национальном, международном.

Выделим основные направления использования информационных технологий в обучении астрономии:

– применение компьютерных обучающих систем в курсе школьной астрономии;

– визуализация различных небесных объектов и процессов, повышение степени наглядности при изложении нового учебного материала средствами компьютерных технологий;

– компьютерная реализация тестового метода контроля знаний учащихся;

– применение компьютерных телекоммуникаций в астрономическом образовании школьников.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Компьютерная обучающая система – это дидактическое средство, предназначенное для автоматизации некоторых этапов процесса обучения с помощью средств компьютерной техники. В ее состав входят:

– электронные учебные пособия (“электронный учебник”, компьютерная программа, слайд-фильм, образовательный Web-сервер);

– комплект технической и методической документации по использованию данного пособия в учебном процессе;

– набор вспомогательных средств для использования в учебном процессе (специализированное оборудование, раздаточный материал и т.д.).

Учебные программы по астрономии имеют специфические черты, обусловленные предметом астрономии, а также уникальной мировоззренческой ролью этого предмета в системе естественнонаучного образования. Поэтому преподаватели и методисты предъявляют особые требования к компьютерным обучающим программам по астрономии. Необходимо максимально использовать мультимедийные возможности современных ЭВМ, делающих уроки астрономии наглядными и динамичными. Кроме этого, необходимо учитывать базовые дидактические принципы обучения, такие как переход от простого к сложному, опора на внутри- и межпред-

метные связи в изложении учебного материала.

Немаловажный критерий обучающей системы по любому учебному предмету – возможность адаптации продукта к неповторимому стилю работы каждого учителя, т.е. предоставление учителю инструментов для самостоятельной донстройки педагогического программного продукта.

Среди электронных учебных пособий, в которых нуждается система астрономического образования, выделим электронные компьютерные учебники, мультимедийные слайд-фильмы (электронные презентации), программы контроля знаний, мультимедийные энциклопедии, программы-планетарии, системы дистанционного обучения, а также новостные Internet-сайты.

Локализованных (снабженных интерфейсом и справочной системой на русском языке) педагогических программных пакетов по школьной астрономии, хотя бы отчасти удовлетворяющих указанным выше требованиям, имеется сейчас, к сожалению, немного. Перечислим те из них, которые можно найти в продаже:

– электронная мультимедийная энциклопедия “RedShift 4” британской компании Maris Multimedia со встроенными планетарием, набором тематических видеороликов и озвученных слайд-фильмов;

– система “Открытая астрономия” (Н.Н. Гомулина)

российской фирмы “Физикон”, оснащенная множеством моделей астрономических объектов и явлений и сопровождаемая единым образовательным Web-сервером (www.college.ru/astronomy)²,

– получившие известность у российских пользователей компьютерные диски “Космос”, “Космическая станция” (с возможностью виртуальной сборки МКС), “Атлас Солнечной системы” (“Невооруженным глазом”, “Самая большая астрономическая энциклопедия”), “History of the Universe” (история эволюции Вселенной и истории астрономии) и некоторые другие.

Этого, конечно, недостаточно, и особенно заметна малочисленность отечественных разработок. Причины, приводящие к такому положению дел, очевидны:

– слабая оснащенность российских школ современной компьютерной техникой вследствие высокой ее стоимости, а это, в свою очередь, обуславливает низкий уровень спроса на педагогические программные средства;

– недостаточная подготовка школьных учителей астрономии к применению информационных технологий, что, по нашему мнению, проистекает из все той же недоступности компьютера для рядового российского учителя;

– отсутствие методических пособий по использованию в учебном процессе

компьютерных обучающих систем и руководств по разработке собственных.

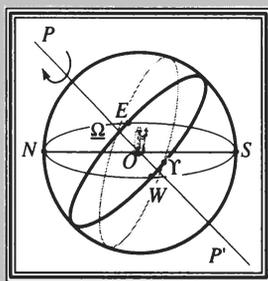
Между тем оценка уже имеющихся приложений (т.е. программ) показывает, что даже при наличии отличных технических характеристик эти программы все-таки не обеспечивают в полной мере потребности учебного процесса по астрономии, в большей степени их использование оправдано при самостоятельной работе и во внеурочной деятельности, и лишь небольшие фрагменты этих программ можно использовать на уроках астрономии. Поэтому наиболее квалифицированные учителя астрономии предпочитают сами (индивидуально или в содружестве со специалистами региональных педагогических вузов) создавать относительно простые компьютерные средства обучения, обеспечивающие наилучшим образом решение локальных учебных задач на уроке с учетом, во-первых, индивидуального стиля работы каждого учителя, во-вторых, психологических особенностей ученического коллектива, в-третьих, материальных возможностей школы.

В основе проектирования нашей обучающей программы лежит представление содержания учебной темы (рассматриваемой, например, в учебнике Е.П. Левитана) в виде семантического графа, связывающего изучаемые в

² Существуют, кроме того, выполненные, но еще нетиражированные учебные компьютерные программы по астрономии, например разработанная И.А. Паболковым.

Видимое годовичное движение Солнца

! ◀ ▶ СОДЕРЖАНИЕ



Видимое на небе движение Солнца по эклиптике является отражением обращения вокруг него нашей Земли. [Подробнее...](#)

Экваториальные координаты (α и δ) Солнца с течением времени непрерывно изменяются таким образом, что за год наша звезда описывает на небесной сфере большой круг, называемый **эклиптикой**. Эклиптика проходит по 12 зодиакальным созвездиям.

День	α	δ	Созвездие
21.03	$0^{\circ}0^{\text{м}}$	0°	Рыбы
22.06	$6^{\circ}0^{\text{м}}$	$+23^{\circ}27'$	Телец
23.09	$12^{\circ}0^{\text{м}}$	0°	Дева
22.12	$18^{\circ}0^{\text{м}}$	$-23^{\circ}27'$	Стрелец

Формат электронной презентации Microsoft Power Point – полезное средство представления учебной информации.

Раздел 1: Практическая астрономия

СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1.1: Звёздное небо

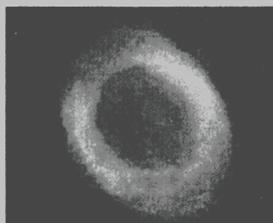
- Что такое созвездия
- Понятие небесной сферы
- Линии и точки в модели небесной сферы
- Горизонтальная система координат
- Движение светил в горизонтальной системе координат
- Объяснение суточного вращения небесной сферы
- Суточное движение звёзд на разных широтах
- Экваториальная система координат
- Видимое годовичное движение Солнца
- Годичное движение звёзд
- Определение географической широты
- Высота светила в кульминации

Тема 1.2: Измерение времени

- Солнечные сутки. Уравнение времени
- Звёздные сутки
- Местное время

Система слайдов, взаимосвязанная перекрестными ссылками, образует целостное учебное пособие.

Видимые на небе туманные пятна представляют собой гигантские облака газа и пыли – **туманности**, располагающиеся в различных областях Галактики. Туманности округлой формы – *планетарные*, неправильной клочковатой – *диффузные*. Если звезды, располагающиеся поблизости облака, подсвечивают его, то мы видим *светлую* туманность, иначе туманность – *темная*.



Планетарная туманность
M 57



Диффузная туманность
RCW 38



Туманность "Конская
Голова" с темными
пылевыми участками

ней понятия. Раскрытие этих понятий и связей составляет основу соответствующих кадров учебной информации, предъявляемых учащимся. Такие кадры мы реализуем в виде мультимедийных слайдов, предоставляющих большие возможности воспроизводить различные формы учебной информации. Последовательность кадров, взаимосвязанных перекрестными ссылками, а также средства "навигации" и вспомогательные программные модули образуют компьютерную систему формата электронной презентации (слайд-фильма). Предшественниками современных слайд-фильмов были хорошо известные учителям астрономии десятки учебных диафильмов, которые на протяжении многих лет создавал один из авторов этой статьи на студии "Диафильм".

Результатом этой работы стала система диафильмов, обеспечивающая достаточно эффективное для своего времени проведение практически всех уроков астрономии, внеклассных занятий и уроков с младшими школьниками. И вот теперь на смену диафильмам, а также созданным ранее наборам обычных слайдов по различным разделам астрономии приходит компьютерный слайд-фильм, в форме которого реализован мультимедийный учебник "Астрономия-3000" М.Л. Рысина.

Компьютерные слайд-фильмы характеризуются сочетанием динамики с разумными объемами передаваемой информации. В отличие от традиционных слайдов и диафильмов компьютерные слайд-фильмы (формата Microsoft PowerPoint) имеют средства квазимультимедийности,

В структуре электронного слайда выделяем заголовок, текстовый блок, вспомогательные средства (рисунки, фото, видео), а также средства "навигации".

позволяющие существенно разнообразить динамику показа объектов изучения. Слайды часто сопровождают звуком, музыкой, видеофрагментами. Важно, что в процессе обучения ученик может сам выбирать последовательность (в рамках темы) и темп изучения материала.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ СЛАЙДЫ

Эти слайды учитель может использовать для визуализации объясняемого материала. Причем компьютер обладает рядом преимуществ перед традиционными техническими средст-

вами обучения (кино, видео, диафильмами). Главные из них следующие:

– мультимедийные возможности современных компьютеров (точная графика, звук, мультипликация, видео) и мощный вычислительный потенциал позволяют за короткий отрезок времени воспроизвести разнообразные модели астрономических объектов и процессов;

– универсальность компьютерных средств дает возможность заменить ими многие используемые в школе традиционные технические средства обучения – ТСО (тем более, что сейчас практически прекращен их выпуск!);

– простота создания дидактического материала, воспроизводимого с помощью ЭВМ.

Для демонстрации в классе мультимедийных слайдов к компьютеру необходимо подключать специальное устройство вывода информации – мультимедийный проектор. Из-за дороговизны это устройство многим школам пока недоступно. Но если данная школа все-таки найдет необходимые средства, то учитель сможет на уроках визуализировать многие изучаемые явления и процессы.

Напомним, что замена традиционных технических средств обучения дидактически оправдана в том случае, если невозможно изучить какой-либо объект или явление некомпьютерными средствами и если компьютерная визуализация удачно дополняет традиционные средства.

Нами подготовлен набор из демонстрационных компьютерных слайдов к урокам по разделу “Основы практической астрономии. В их числе слайды на темы: “Созвездие Орион”, “Полярные созвездия Северного полушария”, “Созвездия осеннего неба”, “Созвездия зимнего неба”, “Созвездия весеннего неба”, “Созвездия летнего неба”, “Модель небесной сферы”, “Горизонтальная система координат”, “Суточное движение светил на разных широтах”, “Экваториальная система координат”, “Годичное движение Солнца”, “Схема солнечного затмения”, “Солнечное затмение: вид с Земли и Луны”, “Схема лунного затмения”, “Лунное затмение: вид с Земли и Луны” и другие.

Создание и тиражирование демонстрационных компьютерных слайдов можно рассматривать как дополнение к полноценному электронному учебнику астрономии. В настоящее время уже разрабатывается “электронная версия” учебника Е.П. Левитана “Астрономия-11” (Просвещение, 7-е издание, 2002), и о ходе этой работы будут информированы читатели нашего журнала.

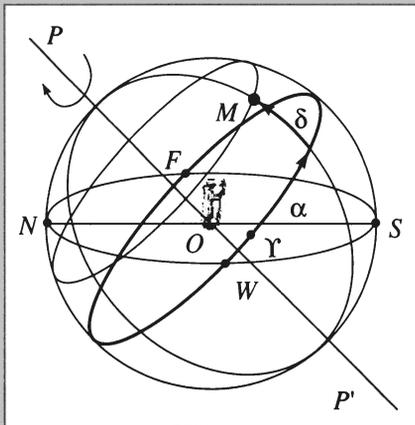
КОМПЬЮТЕРНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

Наиболее общей формой, позволяющей судить о достижении учебных задач, считается критериальная оценка знаний учащихся. С этой целью за рубежом давно (а у нас сравнительно недавно) используются тесты. Их главное

отличие от заданий, обычно включаемых в учебники и задачки, состоит в том, что основное внимание уделяется результатам, а процесс решения не принимается во внимание. Безусловно, при этом могут остаться неучтенными важные характеристики обученности, однако именно тестовый контроль, в силу разработанности его теории и технологии, простоты компьютерной реализации, определенности и наглядности результата, нашел применение не только в образовании, но и, например, в промышленности и социальной сфере. В ряде стран тестирование оттеснило традиционные формы контроля – устные и письменные экзамены и собеседования.

Компьютерных программ для создания и предъявления тестов – универсальных тестовых оболочек – существует немало, однако их распространение сдерживается отсутствием научно-обоснованной методики составления и применения тестовых заданий. Это прежде всего относится к школьной астрономии, в которой только начинаются соответствующие разработки.

Существуют препятствия к внедрению компьютерного тестирования в школьную астрономию и в психологическом плане. Некоторые педагоги часто высказывают опасение, что результаты компьютерного тестирования во многом зависят от сформированности у учащихся навыков работы с ЭВМ (ведь не секрет, что подчас школьники не толь-



- ✓ Истинный горизонт
- ✗ Небесный меридиан

Для ввода новой системы координат определим на небесной сфере несколько новых линий и точек:

- ✓ Небесный экватор
- ✓ Параллель
- ✓ Круг склонений
- ✓ Точка весеннего равноденствия

Тогда координаты (склонение и прямое восхождение) однозначно определяют положение точки на сфере.

- ✓ Прямое восхождение $\alpha \in (0; 24ч)$
- ✓ Склонение $\delta \in (-90^\circ; +90^\circ)$

Выход(Alt+F4)

ко не умеют работать с компьютером, но просто бояться его). Между тем, по данным многолетних исследований, проведенных по заказу международной Службы тестирования в образовании (ETS), психологические барьеры вполне преодолимы.

Считается, что для контроля знаний учащихся применение компьютера весьма перспективно, поскольку электронный банк тестовых заданий на компьютере обладает большими возможностями, позволяя создавать и обрабатывать тестовые задания, назначать и поддерживать реквизиты тестовых заданий, осуществлять поиск заданий по ключевым словам и реквизитам, хранить и передавать информацию средствами телекоммуникации.

Весьма существенны дидактические функции системы компьютерного тестирования, позволяющие работать с разными типами тестовых заданий, назначать весовые коэффициенты заданиям и от-

ветам, использовать в заданиях не только текст, но и графику, звук и видеофрагменты.

Обычно выделяют тесты "на знания, умения и навыки", причем для школьной астрономии наибольший интерес представляют "тесты на знания". Существуют различные компьютерные формы реализации таких тестовых заданий. Это могут быть, например, вопросы с фасетом, т.е. вопросы, в которых меняются признаки ("Назовите ярчайшую звезду в том или ином созвездии"), вопросы с набором ключевых слов или изображений или формы с выбором правильного варианта.

Наиболее сложным для школьников обычно бывает "открытый тест", требующий сформулировать полный ответ на поставленный вопрос. До сих пор одной из дискуссионных остается проблема "выборочных ответов" учащихся. Нередко говорят, что использование их вообще недопустимо. Однако большинство специалистов

Подключаемые к электронной презентации модули позволяют в динамике раскрывать наиболее сложные вопросы школьного курса.

выступает за применение таких тестов, требующих меньшей затраты времени и позволяющих строже регламентировать ответы. В целом можно утверждать, что "открытые ответы" более эффективны, чем выборочные, поскольку применение последних нередко приводит к тому, что учащиеся пытаются просто угадать правильный ответ. Впрочем, выборочные ответы можно в какой-то степени "обезвредить", если, например, предусмотреть большое число альтернатив, а количество ответов ограничить спецификой задачи.

Промежуточный случай – конструируемые ответы, когда учащемуся предоставляют возможность скомпоновать ответ из нескольких доступных блоков (ключевых фраз).

В практике, как правило, используются гибридные варианты тестовых заданий с ответами разных типов. Впрочем, перечисленные формы компьютерного тестирования не исчерпывают их многообразия, обусловленного изобретательностью разработчиков, видом контроля и методикой использования тестов в учебном процессе.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

Известно, что телекоммуникация – это передача информации на расстоянии с помощью различных технических средств – телефона, телеграфа или телевидения. Под компьютерными телекоммуникациями понимают передачу, прием, обработку и хранение информации компьютерными средствами либо по традиционным коммутируемым телефонным линиям (с использованием модемов), либо с помощью высокоскоростных выделенных каналов связи (оптоволоконных, радиоканалов, спутниковых систем).

Умение правильно и быстро пользоваться удаленными источниками информации и средствами доступа к ней очень важно в условиях информационного общества. Компьютерные телекоммуникации исключительно перспективны для использования в учебном процессе по астрономии. Они открывают учащимся доступ к мировым информационным ресурсам и дают им возможность работать со сверстниками из

других регионов и даже стран над общим проектом. Это создает мощную мотивацию для самостоятельной познавательной деятельности учащихся.

В настоящее время наиболее эффективно дидактические функции компьютерных телекоммуникаций в образовательном процессе по астрономии раскрываются при работе со всемирной информационной сетью Internet.

Подключение к Internet российских школ происходит, как правило, по телефонным линиям с помощью модемов, обеспечивающих средний трафик 28–33 кбит/с, т.е. порядка 300 байт/с на рабочую станцию. Internet позволяет пользователю работать с различными прикладными службами этой сети. Основной из них стала World Wide Web (WWW или просто Web) – всемирная паутина – прикладная служба Internet, обеспечивающая доступ к гипертекстовым документам, взаимосвязанным перекрестными ссылками. Гипертекст – мультимедийная технология представления информации, позволяющая осуществлять просмотр текста, графики, музыки, видео посредством гиперссылок.

Для школьной астрономии наиболее интересны следующие типы Web-ресурсов:

- информационно-поисковые системы организуют с помощью собственного классификатора или встроенной машины поиска по ключевому слову (фразе) подборку ресурсов на ин-

тересующую пользователя тему; применяются при подготовке учебного материала для реферата или проекта (например, специализированная астрономическая система “AstroNet” www.astronet.ru или универсальные системы www.yandex.ru, www.rambler.ru, www.list.ru);

- официальные сайты научных астрономических учреждений, содержащие сведения о последних научных достижениях, используемых методах исследования и инструментари (см., например, научно-популярный проект NASA–APOD – “Астрономическая картинка дня”, antwpr.gsfc.nasa.gov/apod/calendar/allyears.html);

- базы школьных и студенческих рефератов;

- “новостные сайты” с научными разделами;

- тематические телеконференции и форумы (“Общий астрономический форум” www.starlab.ru);

- виртуальные “методические кабинеты” учителей астрономии (www.gomulina.orc.ru);

- системы дистанционного астрономического образования, предоставляющие зарегистрированным пользователям доступ к специально организованному массиву учебной информации по предмету с возможностью проведения текущего контроля успеваемости (например, уже упоминавшаяся система “Открытая астрономия” www.college.ru/astronomy).

Гипертекстовые документы отличает высокая насыщенность графикой (как статической, так и ди-

намической) и звуковым сопровождением (от простейших синтезированных эффектов до высококачественных музыкальных фрагментов), которые обеспечивают наглядность в обучении и повышают интерес учащихся к изучению предмета.

Внедрение компьютерных телекоммуникаций в школьное астрономическое образование идет в основном по четырем направлениям:

- информационное обеспечение образовательного процесса по астрономии (базы данных, базы знаний, виртуальные библиотеки, планетарии, музеи);

- обеспечение связи между удаленными партнерами в рамках совместной проектной деятельности;

- дистанционное обучение (в школьном астрономическом образовании оно пока имеет весьма ограниченное применение);

- обеспечение свободных контактов пользователей Internet по интересующим их вопросам предметной области (личная переписка, участие в астрономических форумах).

Средства компьютерной телекоммуникации позволяют значительно повысить информационную насыщенность, а значит, и общую эффективность уроков, на которых повторяется и обобщается материал, а также проводить уроки дискуссии. Целенаправленный поиск информации способствует формированию навыков самостоя-

тельного использования Интернета в качестве инструмента для получения необходимой информации. Поэтому в дидактике даже вводится понятие “медиаобразование”.

Специфика телекоммуникационных образовательных проектов заключается, прежде всего, в том, что они по самой своей сути всегда межпредметны, а в случае международного проекта учащимся требуется преодолеть к тому же проблемы языкового и межкультурного характера. Таков, например, российско-австралийский проект по разработке и запуску школьного образовательного микроспутника “Колибри-2000” (Земля и Вселенная, 2002, № 2).

Телекоммуникационные проекты позволяют собрать гораздо больше идей, подключая к обсуждению поставленной проблемы многих активных участников. Иногда их потенциал столь велик, что научные астрономические центры в России и за рубежом обращаются к учащимся с предложением включиться в их работу, проводить любительские наблюдения, представляющие ценность для науки.

ОРГАНИЗАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ УРОКОВ

Рассмотренные компьютерные формы работы на уроках астрономии могут быть организованы в двух вариантах: эпизодические

занятия в компьютерном классе информатики и уроки в компьютеризированном кабинете физики и астрономии.

Очевидно, что предпочтительнее второе. Использование электронного учебника в образовательном процессе со временем перестанет быть экзотикой для учителя и учащихся. Учитель может использовать работу с компьютерной обучающей системой именно в той части урока, когда это наиболее дидактически выгодно, и в таком объеме, в каком этого требует специфика изучаемой темы, например для проведения регулярных небольших проверочных работ. На подобное применение ориентировано большинство программных продуктов, например упомянутая выше “Открытая астрономия” Н.Н. Гомулиной. В этой образовательной системе учитель найдет множество статей, фотографий и рисунков, а также моделей, использование которых дидактически оправдано для проведения демонстраций и лабораторных работ³.

Но подчеркнем еще раз, что пока лишь сравнительно небольшое число российских школ подготовлены к проведению компьютерных уроков. Приобретение даже единственного компьютерного класса большинству отечественных школ еще недоступно. В лучшем случае в школе есть кабинет информатики или (и) по одному компью-

³ Зинковский В.И., Гомулина Н.Н. Примерное поурочное планирование по астрономии с использованием компьютерного курса “Открытая астрономия”. – М., 2001.

теру в том или ином кабинете. В таких условиях о широком внедрении компьютерных и телекоммуникационных технологий в школьную астрономию говорить пока не приходится, ведь проведение всего (пусть и небольшого) курса в “чужом” кабинете вряд ли целесообразно.

На наших глазах компьютеризация российских школ продолжается, бу-

дем с оптимизмом смотреть в будущее. Но и там, где необходимые условия уже имеются, компьютерные уроки по астрономии должны организовываться выборочно, по мере необходимости. Для проведения таких занятий учителю придется провести определенную подготовительную работу: тщательно продумать тему урока, его структуру и форму работы

с компьютерным пособием; адаптировать имеющуюся компьютерную обучающую систему к условиям и форме проводимого занятия, подготовить к занятию учащихся. Все это, как говорится, приятные хлопоты. Главное – как можно скорее приступить к реальной информатизации школьной астрономии.

Информация

Природа тропических ураганов

Ураганом (слово заимствовано у карибских индейцев) называют ветер со скоростью выше 30 м/с, а также тропический циклон. Это атмосферные вихри относительно малого диаметра (не более 300–400 км), но исключительно большой интенсивности, в которых ветер достигает предельной силы. Ему сопутствуют мощные нагоны морских волн на берег, мгновенно возникающие наводнения и чрезвычайно интенсивные осадки. Многочисленные жертвы связаны с ураганами.

Только в США убытки от них исчисляются 5 млрд. долл. в год. И эта цифра постоянно растет по мере того, как в прибрежных районах увеличивается численность населения и стоимость имущества.

В 1998 г. ураган “Митч” лишил жизни почти 10 тыс. жителей Центральной Америки и принес ее странам неисчислимый экономический ущерб (Земля и Вселенная, 1999, № 2). А среднегодовые убытки от ураганов на Филиппинах оцениваются в 5% от общего национального дохода страны.

Подробный анализ бушевавших в XX в. в Атлантике и бассейне Карибского моря ураганов завершила группа специалистов, возглавляемая С.Б. Голденбергом (Океанологическо-метеорологической лаборатории в Майами, штат Флорида, США). Обнаружено, что число ураганов, посещающих этот регион, претерпевает долгосрочные временные вариации. Если это подтвердится, то станет возможно прогнозировать возникновение катастроф, вызванных тропическими циклонами.

Динамика процессов урагана пока еще не выяснена из-за недостатка данных. В начальный период взаимодействие разномасштабных факторов особенно сложно – самое слабое завихрение на атмосферном фронте может трансформироваться в полномерный ураган.

Для этого необходимо, чтобы в приземном слое атмосферы трение закрутило бы воздушные массы в спираль, направленную к центру штормовой системы. Там, в толще облаков, образуется мощная вращающаяся воронка – “глаз бури”.

По мере усиления ветра и падения давления на подстилающую поверхность возрастает объем воды, изымаемой атмосферой из разогретого моря. Воздушные массы, поднимаясь, охлаждаются, и несомыме ими водяные пары конденсируются, выделяя скрытое тепло. Разогрев центральной области циклона приводит к дальнейшему усилению ветра и активному испарению влаги на поверхности Земли. Ураган “самоподдерживается” до тех пор, пока поступление энергии, благодаря испарению, не уравновесится ее рассеянием, связанным с процессом трения.

Тропические циклоны приобретают непомерную энергию главным образом за счет испарения морской воды и последующей конденсации влаги в конвективных облаках, концентрирующихся вблизи центра

(Продолжение на с. 85)

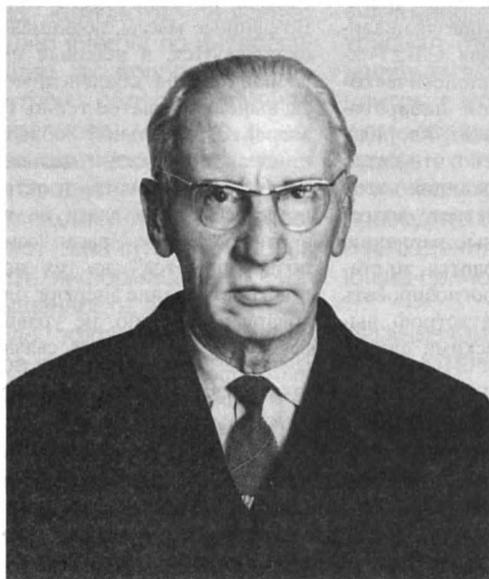
Юбилей Симеизской обсерватории*

П.П. ДОБРОНРАВИН

30 июня 1995 г. Крымская астрофизическая обсерватория – КрАО – отметила пятидесятилетие со дня основания. Но она возникла не на пустом месте, а была образована на базе Симеизской обсерватории или, выражаясь более официально, Симеизского отделения Главной астрономической обсерватории в Пулкове. С момента закладки первого камня нашей обсерватории прошло 90 лет, и ин-

тересно оглянуться на протекшее время. Десять десятилетий – долгий срок, и, чтобы не занимать много времени и места, мы ограничимся двумя главными линиями истории обсерватории. Вспомним, во-первых, узловые даты Симеизской, затем Крымской, обсерватории, во-вторых, рассмотрим реакцию обсерватории на изменение главных задач астрономии, методики и техники астрофизических наблюдений и их обработки.

В 1839 г. была основана Пулковская обсерватория. В соответствии с основными задачами астрономии того времени это была астрометрическая обсерватория, и свои задачи она решала блестяще. Пулковские каталоги координат звезд считались одними из лучших по своей точности и однородности результатов. Прекрасно работала и пулковская Служба времени. Но начинался XX в., перед астрономией как наукой появилась новая проблема: не ограничиваться определением координат и блеска звезд, а начать изучать их физическую природу. Возникла новая область науки – астрофизика.



Петр Павлович Добронравин (1908–2000).

* Публикация воспоминаний известного крымского астронома Петра Павловича Добронравина, написанных к 90-летию Симеизской обсерватории, по различным причинам задержалась. Но в 2002 г. подошла другая юбилейная дата: 90-летие со времени ее официального оформления как первой в России специализированной астрофизической обсерватории – Симеизского отделения Пулковской.



Группа сотрудников Симеизской обсерватории и члены их семей. Фотография, очевидно, относится к лету 1938 г., т.к. сделана в связи с отъездом С.И. Белявского (сидит в центре), назначенного новым директором в Пулково. Справа от него: П.Ф. Шайн, слева – Г.Н. Неуймин. Во втором ряду стоят: 3-й справа – Г.А. Шайн, 4-й – П.П. Добровраин.

И тут выяснилось, что для астрофизических исследований Пулковская обсерватория не подходит: в темные зимние ночи небо почти всегда закрыто облаками, а в ясные белые ночи оно настолько светлое, что невозможно применение основного метода астрофизики – спектроскопии звезд. Таким образом, встал вопрос о создании отделения Пулковской обсерватории на юге, где можно было проводить соответствующие астрофизические

исследования. В район возможных поисков был включен и Крым, куда поехал пулковский астроном Алексей Павлович Ганский. Путешествуя по Крыму, Алексей Павлович увидел на горе Кошка две небольшие астрономические башни. Выяснилось, что отставной чиновник Николай Сергеевич Мальцов, владеющий поместьем недалеко от Симеиза, будучи любителем астрономии, решил построить небольшую обсерваторию в своем имени. Уже были возведены башни с куполами, но в них еще не было телескопов, которые заказали у фирмы "Цейс". Познакомившись с А.П. Ганским и узнав о стоящей перед Пулковской обсерваторией проблеме, Мальцов решил подарить Пулково свою небольшую обсерваторию. Дар был с благодарностью принят.

Первым астрономом в новой обсерватории стал А.П. Ганский. К сожалению, вскоре случилось несчастье – в 1908 г. он

утонул в море. В 1909 г. в Симеизское отделение был назначен другой пулковский астроном – Сергей Иванович Белявский. К этому времени от фирмы "Цейс" получили заказанные Мальцовым инструменты, в том числе небольшой двойной астрограф, камеры которого имели объективы диаметром 120 мм. На этом астрографе С.И. Белявский наблюдал, пока не систематически, переменные звезды и астероиды – малые планеты. Положение коренным образом изменилось в 1912 г., когда приехал еще один пулковский астроном – Григорий Николаевич Неуймин. Учитывая, с одной стороны, возможности обсерватории, а с другой – актуальность для астрономии систематических исследований астероидов, Г.Н. Неуймин сделал основной темой обсерватории наблюдение малых планет.

Хотя обсерватория обладала очень маленьким астрографом, по числу наблюдений малых планет и числу открытых астероидов она занимала второе место в мире, уступая только Гейдельбергской обсерватории (Германия), у которой был астрограф с объективом 500 мм. В отдельные годы Симеизская обсерватория выходила и на первое место в мире. Г.Н. Неуймин начал исследования астероидов, которые теперь успешно продолжают в Крымской обсерватории более мощными наблюдательными средствами. В 1914 г. началась мировая война, затем – революция, гражданская война, всеобщая разруха. Для Крыма наступил очень тяжелый период, но маленький коллектив обсерватории – два астронома (Г.Н. Неуймин, С.И. Белявский) и единственный хозяйственник (электрик Осип (Иосиф) Гаврилович Иосько) – сумел не только сохранить обсерваторию и ее оборудование, но и продолжать работу, хотя и не в прежних масштабах. Время было такое, что порой приходилось ходить за продуктами через горы в Севастополь, более чем за 30 км.

Но миновали тяжелые годы, жизнь постепенно налаживалась. В 1922 г. в коллективе обсерватории появился новый человек – астроном Владимир Александрович Альбицкий. Вскоре произошло большое событие в жизни обсерватории. Еще в 1912 г., когда Симеизская обсерва-

тория была окончательно оформлена как отделение Пулковской, дирекция сделала заказ английской фирме "Гребб-Парсонс": рефлектор с зеркалом диаметром 1 м для Симеизского отделения и рефрактор диаметром 16 дюймов (~40 см) для Пулковского астрометрического отделения в Николаеве. В начале 20-х гг. дипломатические отношения с Англией возобновились. Выяснилось, что заказ сохранен для России, и после необходимых валютных перерасчетов и других формальностей телескоп отправили морем в Россию. Рефлектор должен был прибыть в Крым, в Ялту. Для того чтобы руководить работой по монтажу телескопа и в дальнейшем работать на нем, в Симеизскую обсерваторию направили пулковского астронома Григория Абрамовича Шайна с женой Пелагеей Федоровной Шайн. К сожалению, фирма не прислала не только монтажников, но даже чертежей. Тем не менее под руководством Г.А. Шайна и О.Г. Иосько рабочие Севастопольского морского завода за сравнительно короткое время смонтировали рефлектор.

Первый снимок неба с его помощью сделан в январе 1926 г. В жизни обсерватории наступил новый период. Наличие метрового рефлектора, достаточно крупного телескопа по тем временам, открывало для обсерватории широкие возможности для астрофизических исследований. Григорий Абрамович выбрал наиболее важную задачу астрофизики – исследование звездных спектров. На новом рефлекторе начали работать Г.А. Шайн и В.А. Альбицкий, а Г.Н. Неуймин и П.Ф. Шайн активно продолжали наблюдения астероидов. Г.А. Шайн и В.А. Альбицкий приступили к наблюдению радиальных скоростей строго отобранной группы звезд и составлению соответствующего каталога. Этот каталог очень высоко оценила мировая астрономическая общественность, и в одном из серьезных астрономических журналов появилась даже такая фраза: "За эти годы Симеизской обсерваторией при изучении радиальных скоростей звезд сделано больше, чем всеми другими обсерваториями".

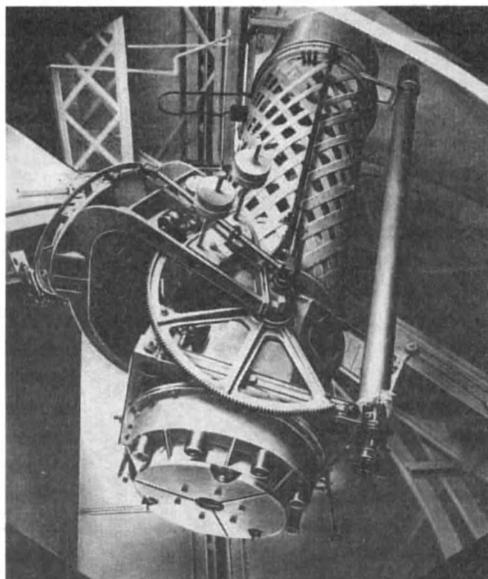
Работа продолжалась. Так, было выполнено исследование природы колец

Сатурна, динамики звездного скопления Волос Вероники, интересные исследования по изучению спектров низкотемпературных звезд и многое другое. Обсерватория продолжала расти. Приходили новые люди, увеличивалось число инструментов. Из Пулково перевезли «зонный астрограф». Этот инструмент был успешно применен для изучения переменных звезд. Обсерватория подключилась к работе общесоюзной Службы Солнца.

Шли годы, астрофизика развивалась, ставились новые интересные задачи. Естественно, они требовали новых методов исследования и более мощных телескопов. Симеизская обсерватория уже не вполне соответствовала современным требованиям. Стало ясно и то, что дальнейшее развитие обсерватории на горе Кошка невозможно. Во-первых, условия астрономических наблюдений на этом месте недостаточно хороши. Дело в том, что над горой Кошка нависли горы Крымской Яйлы. С вершин часто срываются потоки холодного воздуха, создающие сильнейшую турбуленцию в атмосфере. Вследствие крайней нестабильности слоев воздуха изображения звезд перестают быть точками и превращаются в размытые кружки, что делает наблюдения невозможными. Вторая причина – на территории обсерватории уже негде было установить еще один крупный телескоп.

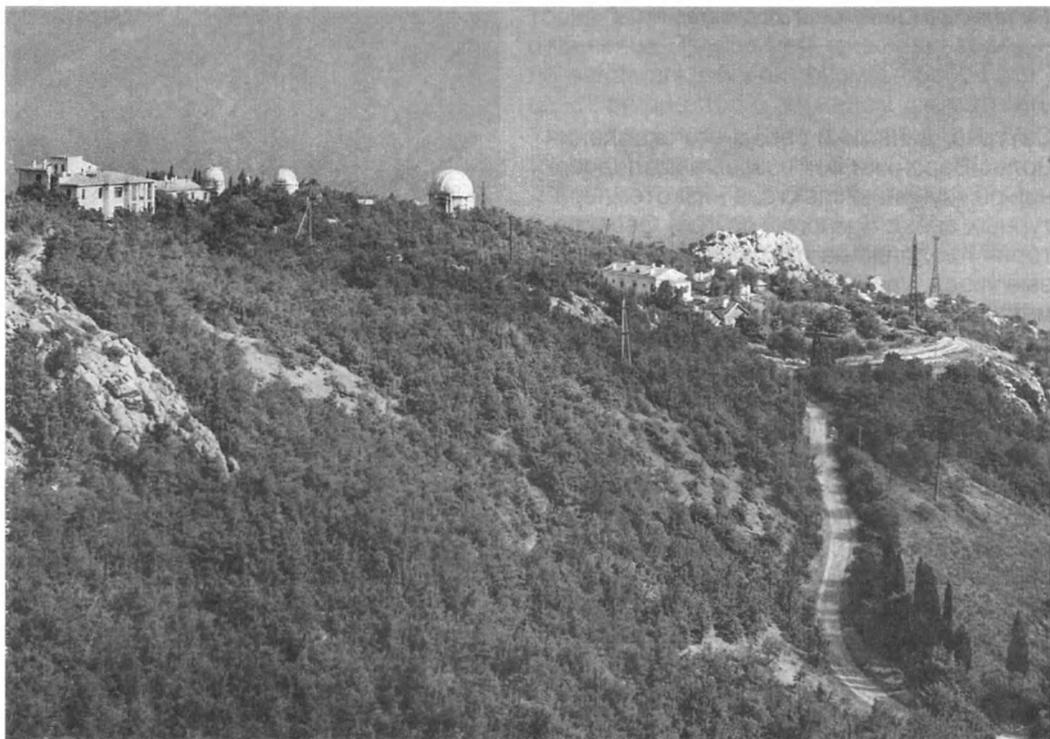
Вновь, как сорок лет назад, возникла проблема поиска места для строительства новой обсерватории. Решили начать исследования астрономического климата в Восточном Крыму, недалеко от Судака. Там провели наблюдения качества изображения звезд с помощью специальной длиннофокусной оптической системы. Наблюдения, начатые в 1936 г., продолжились в 1940 г., но наступил 1941 г., и все планы рухнули.

В осенние месяцы 1941 г. появилась реальная угроза оккупации Крыма гитлеровскими захватчиками. Обсерваторию спешно эвакуировали в октябре 1941 г. в таких тяжелых условиях, что не было никакой возможности не только



вывезти телескопы, но даже и библиотеку. Удалось взять с собой только накопленные научные материалы, в первую очередь спектрограммы, полученные на метровом рефлекторе. Коллектив симеизцев намечалось эвакуировать в Среднюю Азию, в местечко Китаб, где было отделение Ташкентской обсерватории. Однако по прибытии в Батуми выяснилось, что по состоянию здоровья Г.А. Шайн не может продолжать путь. Удалось связаться с Абастуманской обсерваторией, и было решено, что часть симеизцев (Г.А. и П.Ф. Шайны, В.Ф. Газе и В.А. Альбицкий) направятся в Абастумани, а остальные во главе с Г.Н. Неуйминым продолжат путь в Китаб.

Начались годы эвакуации, нелегкие в Абастумани, но еще более тяжелые, голодные в Китабе. Несмотря на тяжелые условия в эвакуации, симеизские астрономы продолжали научную работу. Так, в Абастумани, располагая вывезенным из Симеиза спектральным архивом, Шайн и Газе смогли получить очень важные результаты. Им удалось показать, что в атмосфере углеродных звезд имеются два изотопа углерода: наряду с обычным ^{12}C имеется и тяжелый изотоп ^{13}C , причем относительное количество этих изотопов далеко от того, которое наблюдается в земных условиях. Это



ставило перед ядерной физикой серьезную задачу: найти причины такого расхождения. Результаты исследований высоко оценило правительство, за них была присуждена Государственная, тогда Сталинская, премия. Китабская группа продолжила начатые в Симеизе наблюдения переменных звезд.

Война близилась к концу. В начале 1944 г. освободили от оккупантов Симеиз, и Г.А. и П.Ф. Шайны постарались как можно скорее вернуться на гору Кошка. В обсерватории их глазам предстала страшная картина: главное здание было сожжено, башни полуразрушены, телескопы вывезены. Стало ясно, что речь пойдет не о восстановлении, а о новом строительстве обсерватории.

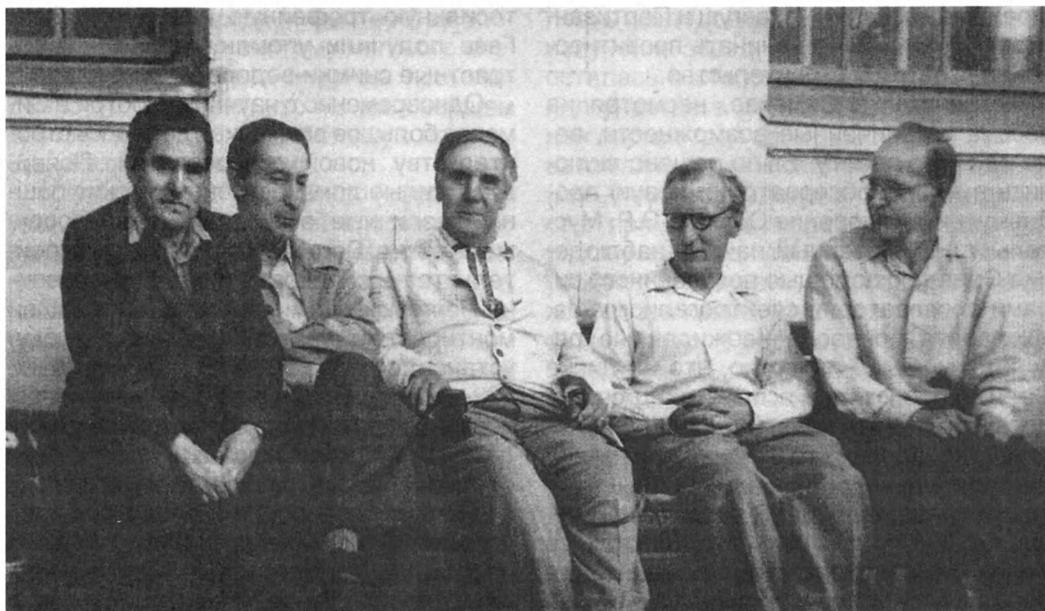
При этом нужно было учесть еще одно обстоятельство. Симеизская обсерватория переросла рамки отделения Пулковской, еще перед войной встал вопрос о преобразовании ее в самостоятельное научное учреждение – Крымскую астрофизическую обсерваторию. Зимой 1944–45 гг. в Москве Г.А. Шайн и П.П. Добронравин вели необходимую работу. Соответству-

Симеизская обсерватория на горе Кошка. Фото 1950-х гг.

ющие материалы оформлялись в аппарате Академии наук, в Академпроекте.

После победного окончания войны встал вопрос о возвращении в СССР вывезенных в Германию симеизских телескопов. Для этого были командированы А.Б. Северный и П.П. Добронравин. Телескопы нашли достаточно быстро во дворе Потсдамской обсерватории, но, к сожалению, настолько изуродованными, что они больше походили на металлический лом. Было погублено и метровое зеркало рефлектора. Мечта Шайна вернуть телескопы в Симеиз и снова установить их, оказалась неосуществимой. О создавшейся ситуации доложили Президиуму Академии наук.

В это время СНК СССР принял два важных решения. Во-первых, для компенсации нанесенного гитлеровцами ущерба изъять из немецких обсерваторий часть телескопов. В Германию вы-



В.Б. Никонов, А.Б. Северный, академик П.Л. Капица, П.П. Добронравин, К.К. Чуваев. Фото конца 1950-х – начала 1960-х гг.

ехала группа астрономов во главе с А.Б. Северным: О.А. Мельников, А.А. Немиро, Б.В. Кукаркин, П.О. Чечик, П.П. Добронравин и еще несколько сотрудников. Забегая вперед, скажем, что 122-см рефлектор из Бабельсбергской обсерватории теперь работает в Крымской астрофизической обсерватории. Второй документ гласил: "Симеизское отделение Пулковской обсерватории преобразовать в Крымскую астрофизическую обсерваторию АН СССР. Для обсерватории должен быть изготовлен рефлектор с зеркалом 2.5 метра". Далее ряд пунктов относился к общему положению будущей обсерватории. Затем говорилось о том, что Советский Союз должен иметь большой современный телескоп с зеркалом диаметром 4.5–6.0 м. Дата на этом документе – 30 июня 1945 г. – считается официальным днем основания новой Крымской астрофизической обсерватории. Таким образом, Симеизская обсерватория перестала существовать как физически (с уничтожением телескопов), так и фор-

мально. В дальнейшем на горе Кошка работала обсерватория, организованная на базе Симеизской Институтом астрономии РАН (ИНАСАН). Сравнительно недавно, в связи с реорганизацией российской и украинской науки, обсерватория на горе Кошка вновь вернулась в состав КрАО.

Правительство приняло решение об организации Крымской астрофизической обсерватории. Где строить новую обсерваторию? Как показали исследования астроклимата, выполненные в 1939–40 гг., место в районе Судака для строительства обсерватории не подходит – слишком большая влажность.

В начале лета 1945 г. симеизские астрономы вернулись из эвакуации. В коллектив вошли новые люди: В.Б. Никонов, А.Б. Северный, Э.Р. Мустель, С.Б. Пикельнер, несколько позднее – К.К. Чуваев. Их кое-как удалось разместить в полуразрушенных зданиях Симеиза. В поисках места для новой обсерватории Г.А. Шайн организовал работу отдельных групп астрономов в нескольких пунктах Крыма. Ознакомившись с местностью и проанализировав результаты наблюдений, решили, что самое подходящее место – предгорья Второй Крымской гряды, примерно в 10 км от Бахчисарая, там, где теперь и расположен поселок Научный

(прежние названия – Мангуш и Партизанское). Можно было начинать проектирование, а затем и строительство.

Астрономы в Симеизе, несмотря на весьма ограниченные возможности, вели научную работу. Было решено включить в планы обсерватории новую проблему – исследование Солнца. Э.Р. Мустель и А.Б. Северный начали наблюдения Солнца с помощью построенного силами обсерватории спектрогелиографа. Их работа принесла неожиданные результаты. Было известно, что на диске Солнца происходят вспышки, но считалось, что это чрезвычайно редкое явление. Оказалось, что большие вспышки действительно редки, но небольшие – ежедневное явление. В дальнейшем исследование вспышек продолжили в Крымской обсерватории с помощью современного, более совершенного оборудования. Выяснилось, что солнечные вспышки тесно связаны с магнитными процессами на поверхности Солнца и сопровождаются выделением колоссальных потоков энергии. Дан ответ и на другую задачу: в межзвездном пространстве имеются большие водородные облака и фотографирование их в белом свете невозможно из-за малого контраста над фоном неба. Путем подбора соответствующих светофильтров и фотопластинок Г.А. Шайну и В.Ф. Газе удалось получить изображение этих облаков с достаточным контрастом. В результате анализа этих снимков выяснилось, что в межгалактическом пространстве действуют сильные магнитные поля. Водородные облака не являются чем-то пассивным в межзвездном пространстве, а, напротив, активно участвуют в эволюции звезд.

По окончании войны в научный обиход стали входить ранее секретные оптические устройства. В частности, с помощью электронно-оптических преобразователей (ЭОП) стало возможным производить наблюдения в инфракрасных лучах. Применив трофейный ЭОП, Калиняк, Красовский и Никонов (впервые в мире) сфотографировали центр Млечного Пути в инфракрасном свете. Появились и другие, неизвестные прежде, оптические системы. Используя сверхсве-

тосильную трофейную камеру, Шайн и Газе получили упомянутые выше контрастные снимки водородных облаков.

Одновременно с научной работой в Симеизе большое внимание уделялось строительству новой обсерватории. Появились жилые дома, астрономические башни, различные вспомогательные сооружения и т.д. Велики заслуги в этом строительстве инженера Антона Григорьевича Перегуды. По мере готовности башен монтировали телескопы. Первым был установлен вывезенный из Германии 122-мм рефлектор, затем 500-мм менисковый телескоп системы Максудова, двойной 400-мм астрограф, полученный от фирмы “Цейс”, сооружался башенный солнечный телескоп. В 1954 г. строительство достигло такой стадии, что стало возможным перенести центр деятельности обсерватории на новое место, где и развернули основную работу.

В соответствии с решением правительства главным телескопом обсерватории должен был стать рефлектор с зеркалом 2.5 м. Сначала предполагалось, что телескоп будет заказан в США или Англии. С этой целью еще в 1946 г. в США командировали группу астрономов под руководством Г.А. Шайна. Переговоры были проведены в США и продолжены в Англии. Однако, к сожалению, в это время У. Черчилль произнес свою знаменитую речь в Фултоне, положившую начало холодной войне, и стало ясно, что заказ телескопа за границей невозможен. Решили создавать большой телескоп силами отечественной оптико-механической промышленности. Обсудили проект телескопа, определили его основные характеристики, строительство телескопа было поручено Ленинградскому оптико-механическому объединению (ЛОМО). Главным конструктором телескопа назначили инженера Б.К. Иоанисиани. В сооружении телескопа, начатого в 1954 г., участвовало более сорока различных организаций. Руководил работой комитет под председательством В.Б. Никонова. Сначала дело шло медленно, с трудом преодолевались многочисленные препятствия. Ситуация изменилась в феврале 1956 г., когда в него вмешался Дмитрий Федорович Устинов,

возглавлявший тогда Министерство оборонной техники, в систему которого вошла и оптико-механическая промышленность. Отметим, что и в дальнейшем Д.Ф. Устинов оказывал большую помощь Крымской обсерватории.

К декабрю 1961 г. телескоп (с зеркалом уже 2.6 м) был закончен и официально принят Государственной комиссией. Конечно, потребовалось еще немало времени для освоения автоматика телескопа, оснащения его вспомогательным научным оборудованием. К сожалению, идейный создатель телескопа Г.А. Шайн умер в 1956 г. В дальнейшем телескоп был заслуженно назван его именем (ЗТШ).

Успешная работа автоматических систем на телескопе Шайна и других телескопах КрАО привела к идее создания полностью автоматизированного телескопа с зеркалом 1.25 м. Главным энтузиастом этой идеи был В.Б. Никонов. Хотя договор на изготовление такого телескопа был подписан с ЛОМО в 1959 г., работа шла очень медленно, и он начал работать только в 1980 г. В.Б. Никонов, так мечтавший о нем, смог поработать на телескопе очень недолго. Он вскоре тяжело заболел и в 1987 г. скончался.

После рассекречивания электронно-оптических устройств их производство достаточно быстро освоила наша промышленность, и в Крымской астрофизической обсерватории начали широко применяться электронно-оптические преобразователи, фотоэлектронные умножители (ФЭУ) и другие приборы. Даже телевидение использовалось для непосредственных астрофизических исследований и как вспомогательная принадлежность к телескопам. Быстро нашли свое место в работе обсерватории и "приборы зарядового сопряжения" (ПЗС), дающие возможность получать высокое пространственное и спектральное разрешение. Стали широко применяться и электронные вычислительные машины (ЭВМ), которые были, с одной стороны, элементом автоматизации телескопа, а с другой, служили для регистрации и обработки наблюдений.

С момента запуска первого искусственного спутника Земли (ИСЗ, 1957 г.) для астрофизики открылась новая об-

ласть исследований: ультрафиолетовое излучение звезд. Обсерватория и тут не осталась в стороне. Ее коллектив принял участие в регистрации приближенных параметров орбит ИСЗ. А с запуском автоматических межпланетных станций (АМС) для определения их координат стал применяться телескоп Шайна, к которому присоединили телевизионное устройство. На экране монитора было видно изображение АМС, движущейся на фоне звезд. Разработанная методика позволяла быстро и достаточно точно определять ее координаты и передавать их в центр, в Москву. Это было особенно существенно в начальный период, когда радиометоды не отличались еще достаточной точностью и оптические методы играли важную роль. За разработку и освоение этой методики, которую в дальнейшем использовали и другие обсерватории, трое сотрудников КрАО удостоены (в 1971 г.) Государственной премии.

Крымская обсерватория не ограничилась наблюдением запущенных космических аппаратов, а приняла активное участие в их оснащении. Сначала на аппаратах серии "Космос" устанавливались достаточно примитивные дифракционные спектрографы. Затем запустили небольшой спектрограф "Галактика"; на луноходе установили фотометр, изготовленный обсерваторией. Его целью было выяснить условия для создания обсерватории на Луне. (Последняя проблема до сих пор не получила окончательного решения.) На орбитальной станции "Салют-4" работал изготовленный в обсерватории Орбитальный Солнечный Телескоп (ОСТ-1), на котором наблюдали в две смены космонавты. Надо отметить, что запуск этого инструмента стоил его разработчикам огромных трудов: в космос ушел только четвертый изготовленный ими телескоп, три первых погибли при неудачных запусках пилотируемых станций типа "Салют". В дальнейшем в космос стартовал звездный телескоп с диаметром зеркала 80 см (космическая обсерватория "Астрон"), который успешно проработал на орбите несколько лет.

В настоящее время обсерватория участвует в международной программе

“Спектр-УФ”, исследования по которой охватывают диапазон от рентгеновских до радиоволн.

Крымской астрофизической обсерватории выделена для исследований ультрафиолетовая область спектра. С этой целью был разработан проект телескопа, подобного “Астрону”, с диаметром зеркала 170 см (Т-170). (К сожалению, проект не получил дальнейшего развития. – *Прим. ред.*)

Астрофизика развивалась в сторону исследований не только коротких волн, но и длинных, вплоть до радиоволн. Первые радиоастрономические наблюдения начались еще до войны, но мощный толчок развитию радиоастрономии дали новые методы и устройства радиотехники, возникшие во время войны. КрАО первые радиоастрофизические наблюдения провела примерно в 1960 г. с помощью маленького радиотелескопа в поселке Научный. Но почти сразу выяснилось, что радионаблюдения там невозможны: слишком сильны индустриальные помехи. Решили развивать работы по радиоастрономии на Южном берегу Крыма вблизи поселка Кацивели, примерно в пяти километрах от Симеиза. Туда и перевели группу радиоастрономов с двумя-тремя радиотелескопами.

Но обсерватория на могла удовлетвориться маленькими телескопами. Было решено построить большой радиотелескоп, подобный телескопу с 22-м зеркалом (Физический институт АН СССР – ФИАН), установленному недалеко от Москвы. При этом учитывались недостатки, которые обнаружили за несколько лет его работы. Сооружение 22-м телескопа связано со многими хлопотами, но осенью 1967 г. оно было закончено. Поверхность зеркала телескопа оказалась изготовленной настолько точно, что он может работать даже в области миллиметровых волн.

И вот уже более тридцати лет успешно ведутся такие исследования Солнца и других космических объектов. Конечно, радиотелескоп широко автоматизирован, снабжен ЭВМ, работает с применением наиболее современных радиоприемных устройств, которые непрерывно совершенствуются.

Упомянем еще одну область астрофизических исследований, ведущихся в КрАО. Около 15 лет в составе обсерватории действует лаборатория высоких энергий, занимающаяся наблюдениями высокоэнергичных космических гамма-лучей с помощью специально сконструированных для этого гамма-телескопов.

Конечно, в статье далеко не полностью охвачена история развития Крымской обсерватории, недостаточно освещена ее научная работа, но это и не было моей задачей. Я хотел отметить узловые моменты ее деятельности в связи с общим развитием астрофизики как науки и с освоением новых методов и средств астрофизических исследований. Еще более 70 лет тому назад Симеизская обсерватория получила международное признание за свои исследования в области малых планет и спектральных исследований звезд. Крымская астрофизическая обсерватория также известна в научном мире. В 1955 г. в КрАО прошла первая международная астрофизическая конференция, среди участников которой были астрономы из США, Японии, КНР, Индии, Германии и других стран. Международное сотрудничество продолжается и теперь. Ежегодно обсерваторию посещают крупные зарубежные ученые, нередко приезжают молодые исследователи для прохождения научной практики, обучения в аспирантуре. В свою очередь, многие сотрудники КрАО участвуют в международных конференциях, работают в иностранных обсерваториях. “Известия Крымской астрофизической обсерватории”, издающиеся с 1948 г., выходят также и в США на английском языке.

Заслуги Крымской астрофизической обсерватории высоко оценены отечественной научной общественностью. В разные годы были избраны в действительные члены Академии наук СССР Григорий Абрамович Шайн, Андрей Борисович Северный, Александр Алексеевич Боярчук. Николай Владимирович Стешенко, директор КрАО в настоящее время, избран действительным членом Национальной Академии наук Украины.

90 лет – долгий период. Многие из тех, кто отдал развитию обсерватории нема-

ло сил и энергии, давно ушли из жизни. Память о них бережно хранит коллектив обсерватории. Многие когда-то пришли в обсерваторию неопытными новичками. Теперь это люди с большими заслугами и учеными степенями.

Сейчас обсерватория переживает тяжелые времена в связи с неблагоприятной экономической ситуацией. Резко сокращено финансирование, сотрудников приходится увольнять, переводить на половинный оклад. Нет возможности приобрести новое оборудование, резко сократились поступления в библиотеку

обсерватории новой научной литературы. Но научная работа продолжается, хотя, конечно, с неизбежными ограничениями.

Вспомним, что Симеизская обсерватория дважды переживала тяжелое время: разруха 20-х гг. и Великая Отечественная война. Но она возрождалась, как Феникс из пепла, развертывала исследования — сначала в Симеизе, потом в поселке Научном. Хочется верить, что нынешний трудный период скоро закончится и активная научная работа обсерватории продолжится.

(Продолжение, начало на с. 75)

бури. Тепло океана превращается в механическую энергию ветра. Внетропические циклоны получают энергию из атмосферы в основном благодаря процессу перераспределения воздушных масс различной температуры.

Б. Голденберг с коллегами проанализировал существующие математические модели климата. В результате определены условия зарождения тропических ураганов. Они возникают над теми акваториями океана, где поверхностная температура достигает, как минимум, 26°C. При этом возникающая система начинает (сначала еле заметно) поглощать тепловую энергию. Но потом возникают конвективные облачные ячейки, которые питают бурю энергией, если их вертикальная структура сохраняется ненарушенной. Сильный же ветровой сдвиг искажает подобную структуру и препятствует систематическому развитию шторма.

Наблюдения, выполненные участниками работы, и моделирование соответствующих процессов говорят о том, что на частоту ураганов в Атлантике влияет также и явление Эль-

Ниньо, зарождающееся довольно далеко — в Тихом океане (Земля и Вселенная, 1999, № 2). Оказалось, что при наступлении Эль-Ниньо повышающаяся температура атмосферы активизирует крупномасштабную циркуляцию над тропической Атлантикой. Не исключено и влияние изменения количества осадков в западном регионе Сахары, а также воздействие квази-двухлетней циркуляции в стратосфере.

Ежегодно в среднем 45 тропических циклонов достигают ураганной скорости. Из них около 30% случаются в западной акватории северной части Тихого океана. Определять долгосрочные тенденции развития тропических циклонов и вариации во времени пока не удается. Замечено, например, что вслед за высоким уровнем их активности в 1920–60 гг., последовало снижение, начавшееся в середине 1960-х гг. и завершившееся в начале 1990-х гг. Затем ураганы вновь участились. На эти изменения накладываются межгодовые вариации, нередко связанные с возникновением в Тихом океане

явления Эль-Ниньо — Южная осцилляция.

Тропические циклоны чаще всего зарождаются и проносятся над удаленными и редко посещаемыми областями океана. Поэтому, пока не началось использование спутников в 1970-х гг., обнаружить их и следить за ними было почти невозможно. Сейчас, помимо ИСЗ, для этого применяются разведывательные самолеты-лаборатории, береговая радиолокация, судовые наблюдения, метеобуи и т.п. Мониторинг в комплексе с современным компьютерным моделированием не только углубляет наши знания о природе ураганов, но и позволяет их предсказывать — даже на неделю вперед.

С середины 1980-х гг. с помощью эмпирически обоснованного прогноза оценивают частоту возникновения этого явления с точностью до 20%, причем особенно многообещающая методика математического моделирования.

Science, 2001, 293, 440, 474

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ:

январь – февраль 2003 г.

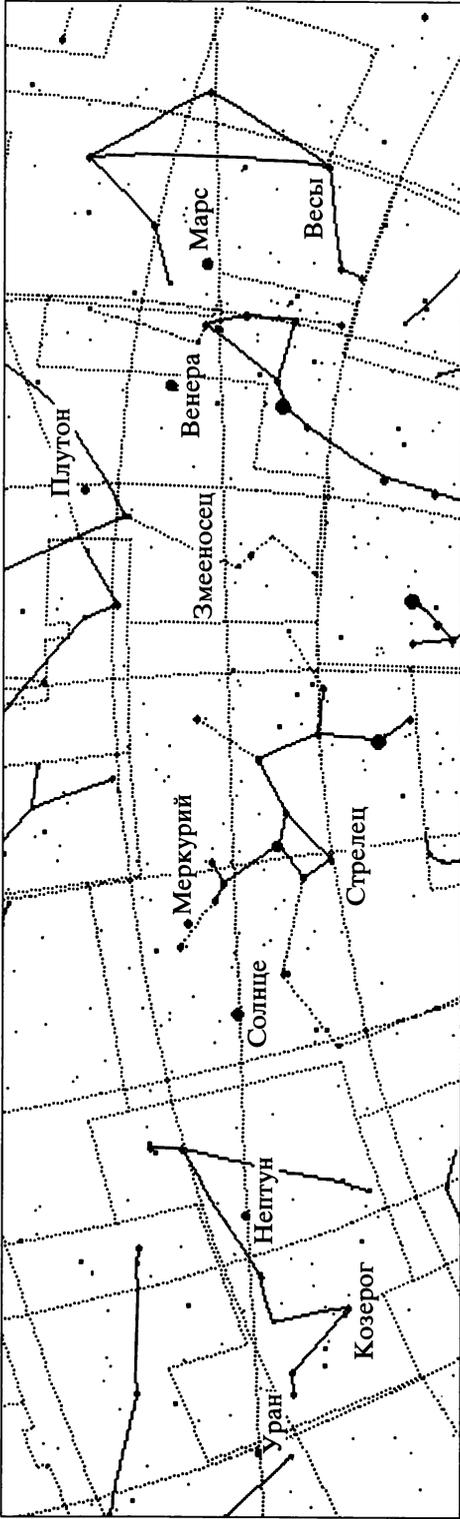
Таблица 1

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

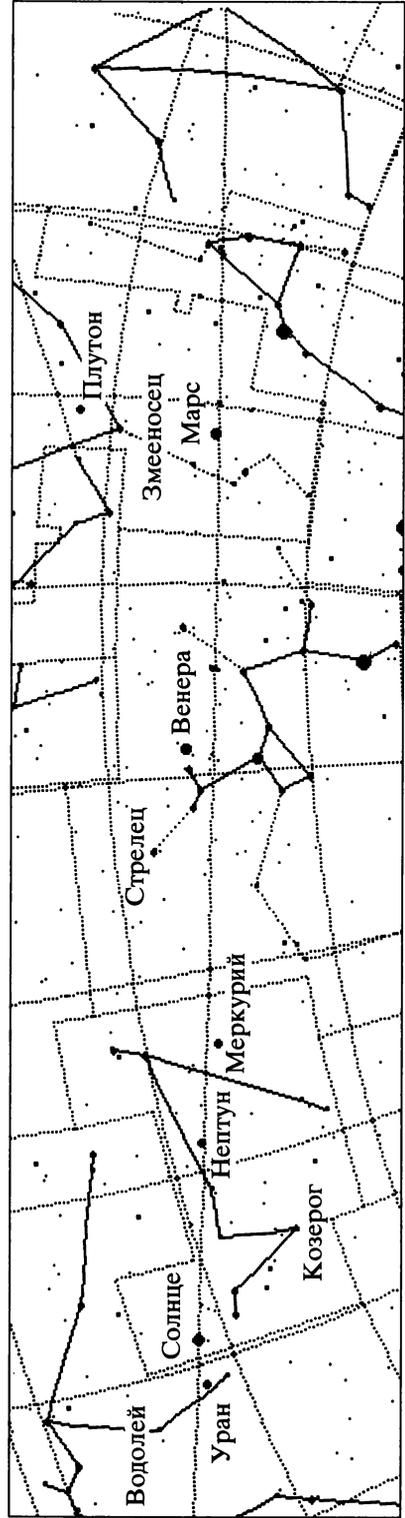
Дата	Время UT	Явление
Январь 2		Меркурий: стояние, переход к обратному движению
Январь 2	20 ^ч 23 ^м	Новолуние
Январь 3		Максимум метеорного потока Квадрантид
Январь 4	5 ^ч 02 ^м	Земля в перигелии (0.9833320381 а.е.)
Январь 10	13 ^ч 15 ^м	Луна в первой четверти
Январь 11	0 ^ч 42 ^м	Луна в апогее (404343 км)
Январь 11		Меркурий в нижнем соединении
Январь 11		Венера в наибольшей западной элонгации, 47°
Январь 18	10 ^ч 48 ^м	Полнолуние
Январь 23	22 ^ч 30 ^м	Луна в перигее (369898 км)
Январь 23		Меркурий: стояние, переход к прямому движению
Январь 25	8 ^ч 33 ^м	Луна в последней четверти
Январь 31		Нептун в соединении с Солнцем
Февраль 1	10 ^ч 48 ^м	Новолуние
Февраль 2		Юпитер в противостоянии
Февраль 4		Меркурий в наибольшей западной элонгации, 25°
Февраль 7	21 ^ч 58 ^м	Луна в апогее (404552 км)
Февраль 9	11 ^ч 11 ^м	Луна в первой четверти
Февраль 16	23 ^ч 51 ^м	Полнолуние
Февраль 17		Уран в соединении с Солнцем
Февраль 19	16 ^ч 15 ^м	Луна в перигее (364845 км)
Февраль 22		Сатурн: стояние, переход к прямому движению
Февраль 23	16 ^ч 46 ^м	Луна в последней четверти
Февраль 25		Меркурий в наибольшей восточной элонгации, 20°

ЧТО МОЖНО УВИДЕТЬ НА НЕБЕ

На протяжении почти всех ночей будут видны объекты в Возничем, Орионе, Большом Псе, Близнецах, Раке, Льве и в соседних с ними созвездиях. Это Большая туманность Ориона М 42, **шаровые скопления** М 79 (Заяц) и М2 (Водолей), **рассеянные звездные скопления** М 35 (Близнецы), М 36, М 37 и М 38 (Возничий), М 41 (Большой Пес), Плеяды и Гиады (Телец), Ясли и М67 (Рак), η и χ Персея, **галактики** из скоплений во Льве (М 95, М96, М 105, М 108, М 65, М 66) и в Деве (М 99, М 106, М 61, М 100, М 84, М 85, М 86, М 49, М 87, М 89, М 58, М 104, М 60, М 94). Среди интересных для наблюдений звезд упомянем **переменные звезды** β и ρ Персея, λ Тельца, σ Кита, **двойные звезды** β , λ , ι и ζ Ориона, κ Близнецов, ι Рака, α Гончих Псов, ε и η Персея, χ Тельца. Можно будет наблюдать **метеорный поток** Квадрантид, в нем много болидов и ярких метеоров.



Солнце, Уран, Нептун, Меркурий, Плутон, Венера и Марс на эклиптике 15 января 2003 г.



Солнце, Уран, Нептун, Меркурий, Венера, Плутон и Марс на эклиптике 15 февраля 2003 г.

СОЛНЦЕ

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Восход	Заход	Восход	Заход
			$(\lambda = 0^h \quad \varphi = 50^\circ)$		$(\lambda = 0^h \quad \varphi = 56^\circ)$	
Январь 1	18 ^h 44 ^m 06.51 ^s	-23°03'08.9"	7 ^h 59 ^m	16 ^h 08 ^m	8 ^h 31 ^m	15 ^h 36 ^m
11	19 27 58.18	-21 54 03.3	7 56	16 20	8 26	15 50
21	20 10 51.85	-20 02 27.3	7 48	16 35	8 14	16 09
31	20 52 32.10	-17 33 26.4	7 36	16 52	7 58	16 30
Февраль 10	21 32 51.92	-14 33 13.2	7 20	17 09	7 37	16 52
20	22 11 53.09	-11 08 45.8	7 02	17 26	7 15	17 14

Пример: вычислить время восхода Солнца в Новосибирске ($\varphi = 55^\circ 01'$, $\lambda = 5^\circ 31.7'$, $n = 5$) 23 января 2003 г. Начнем с интерполяции на дату. На широте 50° восход Солнца в этот день произойдет в $7^h 48^m + 0.2 \times (7^h 36^m - 7^h 48^m) = 7^h 45.6^m$. Аналогично найдем для широты 56° : время восхода – $8^h 10.8^m$. Теперь интерполируем по широте: $7^h 45.6^m + 0.836 \times (8^h 10.8^m - 7^h 45.6^m) = 8^h 06.7^m$ УТ. Приведем к поясному сезонному времени: $8^h 06.7^m + 6^h - 5^h 31.7^m = 8^h 35^m$.

ИНФОРМАЦИЯ О ВИДИМОСТИ ПЛАНЕТ

Меркурий – вечерняя видимость в первых числах января и утренняя в первой неделе февраля в созвездиях Стрельца и Козерога.

Венера – продолжительная утренняя видимость. Пройдет по созвездиям Весов, Скорпиона, Змееносца, Стрельца.

Марс – утренняя видимость. Пройдет по созвездиям Весов, Скорпиона, Змееносца.

Юпитер – виден почти всю ночь в созвездии Рака.

Сатурн – виден с вечера в течение большей части ночи в созвездии Тельца.

Таблица III

КООРДИНАТЫ И УСЛОВИЯ ВИДИМОСТИ ПЛАНЕТ

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Видимый диаметр	Блеск	Восход	Заход
					$(\lambda = 0^h \quad \varphi = 56^\circ)$	
Меркурий						
Январь 1	20 ^h 01 ^m 18.0 ^s	-20°43'24"	7.9"	0.1 ^m	9 ^h 29 ^m	17 ^h 09 ^m
11	19 34 23.1	-18 52 01	10.0	-	8 08	16 11
21	18 53 28.7	-19 42 29	9.0	0.9	6 56	14 47
31	19 07 46.1	-21 00 33	7.3	0.0	6 42	14 14
Февраль 10	19 52 44.2	-21 03 42	6.2	-0.1	6 48	14 21
20	20 49 39.3	-19 10 34	5.5	-0.2	6 51	14 55
Венера						
Январь 1	15 ^h 28 ^m 49.0 ^s	-15°14'44"	27.9"	-4.5 ^m	4 ^h 19 ^m	13 ^h 16 ^m
11	16 08 36.6	-17 23 00	24.8	-4.4	4 34	13 02
21	16 51 58.2	-19 14 28	22.2	-4.4	4 52	12 52
31	17 38 11.8	-20 32 33	20.2	-4.3	5 09	12 49
Февраль 10	18 26 26.1	-21 04 28	18.6	-4.2	5 22	12 54
20	19 15 46.4	-20 42 26	17.2	-4.2	5 29	13 08

КОординаты и условия видимости планет

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Видимый диаметр	Блеск	Восход	Заход
					$(\lambda = 0^h \quad \varphi = 56^\circ)$	
Марс						
Январь 1	15 ^h 09 ^m 14.9 ^s	-16°57'55"	4.6"	1.5 ^m	4 ^h 11 ^m	12 ^h 44 ^m
11	15 35 22.1	-18 40 36	4.8	1.5	4 10	12 18
21	16 01 58.6	-20 09 40	5.0	1.4	4 09	11 54
31	16 29 02.5	-21 23 53	5.2	1.3	4 07	11 32
Февраль 10	16 56 28.0	-22 22 02	5.5	1.2	4 03	11 12
20	17 24 08.9	-23 03 22	5.8	1.1	3 57	10 54
Юпитер						
Январь 1	9 ^h 18 ^m 20.1 ^s	16°30'33"	44.0"	-2.5 ^m	18 ^h 49 ^m *	10 ^h 25 ^m
11	9 14 27.8	16 50 12	44.8	-2.5	18 04*	9 44
21	9 09 46.2	17 12 52	45.3	-2.6	17 17*	9 03
31	9 04 34.2	17 36 54	45.6	-2.6	16 38*	8 21
Февраль 10	8 59 14.8	18 00 28	45.4	-2.6	15 37	7 35
20	8 54 12.2	18 21 52	45.0	-2.5	14 50	6 54
Сатурн						
Январь 1	5 ^h 36 ^m 01.7 ^s	22°02'23"	20.6"	-0.4 ^m	14 ^h 19 ^m	7 ^h 23 ^m **
11	5 32 51.1	22 01 58	20.4	-0.3	13 37	6 40**
21	5 30 08.6	22 01 52	20.2	-0.3	12 55	5 58**
31	5 28 02.6	22 02 15	19.9	-0.2	12 14	5 17**
Февраль 10	5 26 39.6	22 03 14	19.6	-0.1	11 33	4 36**
20	5 26 03.7	22 04 53	19.3	-0.1	10 53	3 57**

Примечание: В таблицах II, III прямое восхождение и склонение даются на 0^h UT, время восхода и захода светил указано в UT. Звездочкой отмечены восходы планет, отнесенные к предыдущей дате, двумя звездочками – к последующей.

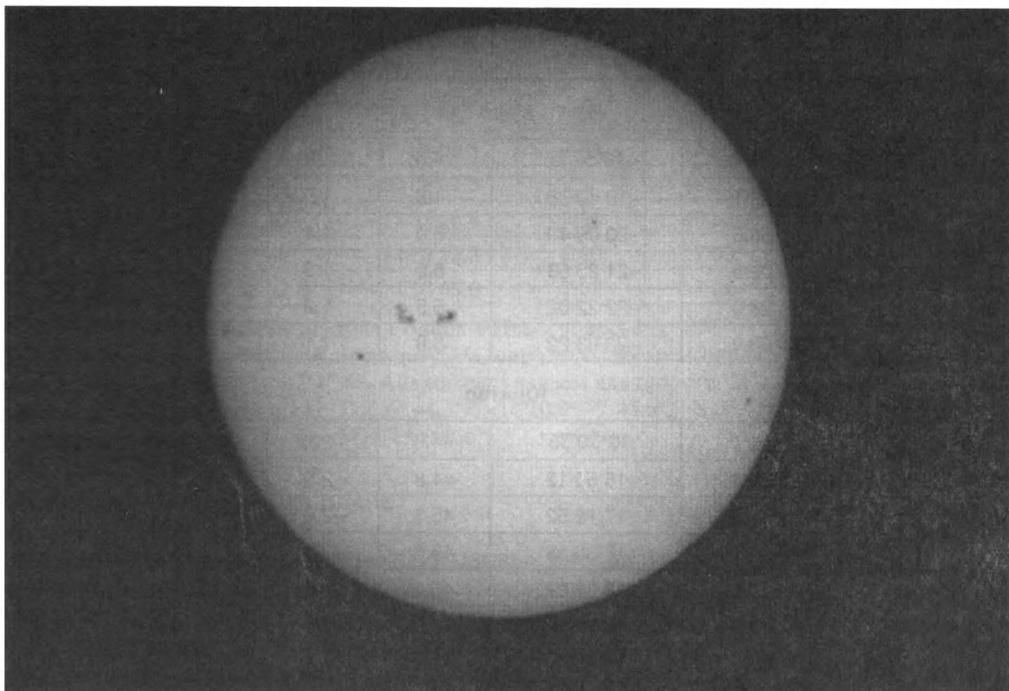
Таблица IV

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

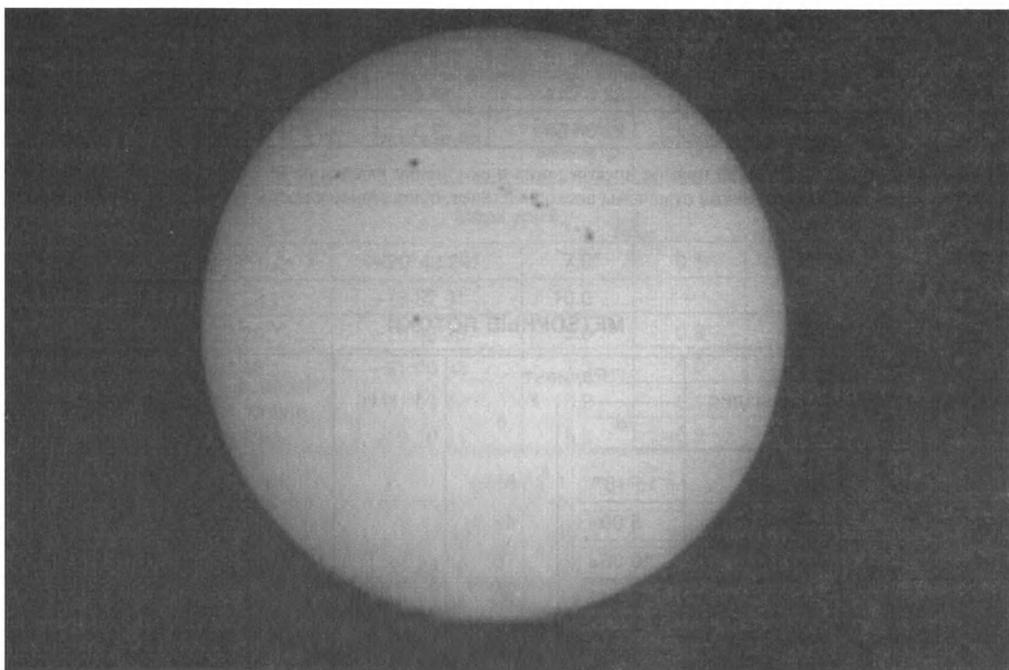
Название потока	Созвездие	Радиант		V, км/с	Часовое число	Даты видимости
		α	δ			
Квадрантиды	Волопас	15 ^h 18 ^m	55°		35	27.12–7.01
Авригиды	Возничий	5 00	42			8–12.02
α -Леониды	Секстант	10 36	6		10	18.12–13.02
δ -Канцириды	Рак	8 40	20	28	4	1.01–24.01
Канис-Майориды	Малый Пес	7 30	10		20	14.01–30.01

В.А. ЮРЕВИЧ

Фотографируют любители астрономии



Солнце 14 марта 2002 г.



*Солнце 10 апреля 2002 г.
Снимки сделаны И.В. Виньяминовым*

Солнце и климат

В продолжение долгого времени считалось, что количество энергии, излучаемой Солнцем, постоянно, и такая константа вписывается в климатическую систему Земли как не изменяющаяся за тысячелетия “солнечная постоянная”.

Коллектив сотрудников Лаборатории по изучению Земли им. Ламонта и Дозрты при Колумбийском университете в Палисейде (штат Нью-Йорк), возглавляемый палеоокеанологом Джерардом Бондом, установил, что “солнечная константа” все-таки изменяется, что проявляется, в частности, в изменениях климата.

В регионе Северной Атлантики, где проводились исследования, за последние 12 тыс. лет девять раз потепление сменялось похолоданием и наоборот.

Выводы, сделанные Дж. Бондом и его коллегами, опираются на длительный ряд параллельных наблюдений солнечной активности и климата в этом регионе. Данные об изменениях климата получены при исследовании друпстоунов – каменных обломков, падающих на дно моря по мере таяния айсбергов. Изучая дно близ ледников Канады, Исландии и Гренландии, авторы установили, что количество друпстоунов примерно раз в 1.5 тыс. лет (± 500 лет) резко изменялось в зависимости от того, продвигались ледники или же отступали в пределах временно похолодавшей Атлантики. Продолжавшаяся тысячелетия пульсация наблюдается по берегам Атлантического океана и ныне. Она заметна даже во время сегодняшнего межледниковья с его глобальным потеплением.

Колебания солнечной активности фиксируются по различному содержанию изотопа углерода ($C-14$) в годичных кольцах деревьев, а также изотопа бериллия ($Be-10$) в ко-

лонках льда, поднятых при бурении ледников Гренландии. Эти изотопы возникают под воздействием космических лучей, проникающих сквозь атмосферу Земли. Когда усиливается солнечное излучение, поток заряженных частиц солнечного ветра “отталкивает” космические лучи, уменьшая количество образующихся на Земле изотопов $C-14$ и $Be-10$. Первый из них обычно поглощается древесиной, а второй – снегом, выпадающим затем на ледники (это “летопись” солнечно-климатических связей!).

Собрав статистический материал, исследователи сопоставили климатологические данные с гелиофизическими. Обнаружено совпадение. Коэффициент корреляции, как утверждает геофизик Джеффри Парк из Йэльского университета в Нью-Хейвене (штат Коннектикут), достаточно высок – от 0.4 до 0.6.

Механизм связи остается пока неясным, ведь колебания “солнечной постоянной” очень малы. Но они, по-видимому, все же могут влиять на атмосферу планеты посредством изменений в характере циркуляций в стратосфере, передающихся в нижние слои воздушной оболочки и далее – в гидросферу. Возникают нарушения в циркуляции вод Мирового океана. Самоподдерживающиеся колебания, сопровождавшие погружение крайних северных вод Атлантики в глубину, могут быть главной альтернативой влиянию Солнца.

Ведущим фактором климатических изменений в тропиках служит явление Эль-Ниньо–Южная осцилляция; его влияние распространяется и на весь земной шар. В более высоких широтах Атлантики в зимний сезон огромное воздействие на климат оказывает Северо-Атлантическая осцилляция. Могут сказываться еще такие внешние факторы, как изменчивость солнечной активности, мощные извержения вулканов, не говоря уж об антропогенных воздействиях. Все это трудно отделить друг от друга. Но результат известен: в зимний сезон давление на уровне моря между широтами 25° и 45° с.ш. бывает выше, чем между 50° и 70° с.ш. Этот градиент, связан-

ный с прохождением штормов, пересекающих просторы океана, в значительной мере определяет параметры погоды и климата всей Западной Европы.

Еще в 30-е гг. было установлено, что вариации в разности атмосферного давления служат указателем крупномасштабных аномалий приповерхностных температур в регионе от восточной части Северной Америки вплоть до Европы. Если она возросла, усиливается циклоничность над Атлантикой, и в Европе, Сибири и Восточной Азии наступает потепление.

В 1999 г. видный климатолог Дж. Лютербахер с сотрудниками реконструировали условия Северо-Атлантической осцилляции начиная с 1658 г. и установили, что существуют значительные межгодовые колебания. В последние два десятилетия наблюдается тенденция нарушения ритма, что, вероятно, связано с общим глобальным потеплением.

В середине XVII в. наступил “маундеровский минимум” – резкое понижение солнечной активности, наблюдавшееся до начала XVIII в. В этот период температуры земной поверхности в Северном полушарии были наинизшими за тысячелетие (в Европе зимы стали на $1-1.5^\circ C$ холоднее).

Авторы обнаружили, что при этом средние глобальные температуры изменялись незначительно (на $0.3-0.4^\circ C$), а вот региональные перемены были довольно велики. Модель показала, что такое явление происходит главным образом благодаря “насильственному” сдвигу Северо-Атлантической осцилляции в сторону ослабления, по мере того как уровень солнечного излучения понижается. Это и приводит к особенно значительному похолоданию (на $1-2^\circ C$) на суше Северного полушария. Вывод подтверждается историческими архивными данными и современными наблюдениями... Так чуть-чуть меняющее в масштабе тысячелетия свою активность Солнце управляет климатом Земли.

Наступает “Эра фантастики”

М.П. ТАТАРНИКОВ,
руководитель МАЦ “Вега”

С.В. ТУЛЬСКАЯ,
методист МАЦ “Вега”

С тех пор как в журнале “Земля и Вселенная” появилась последняя статья о деятельности обсерватории “Вега”, находящейся в г. Железнодорожном Московской области, она значительно рас-

ширила границы своей деятельности. Теперь на ее базе работают не четыре, а девять кружков, в которых занимаются учащиеся III–XI классов. Самые любознательные и усердные кружковцы при-



Жюри конкурса: С.В. Тульская, А.М. Татарников, М.П. Татарников



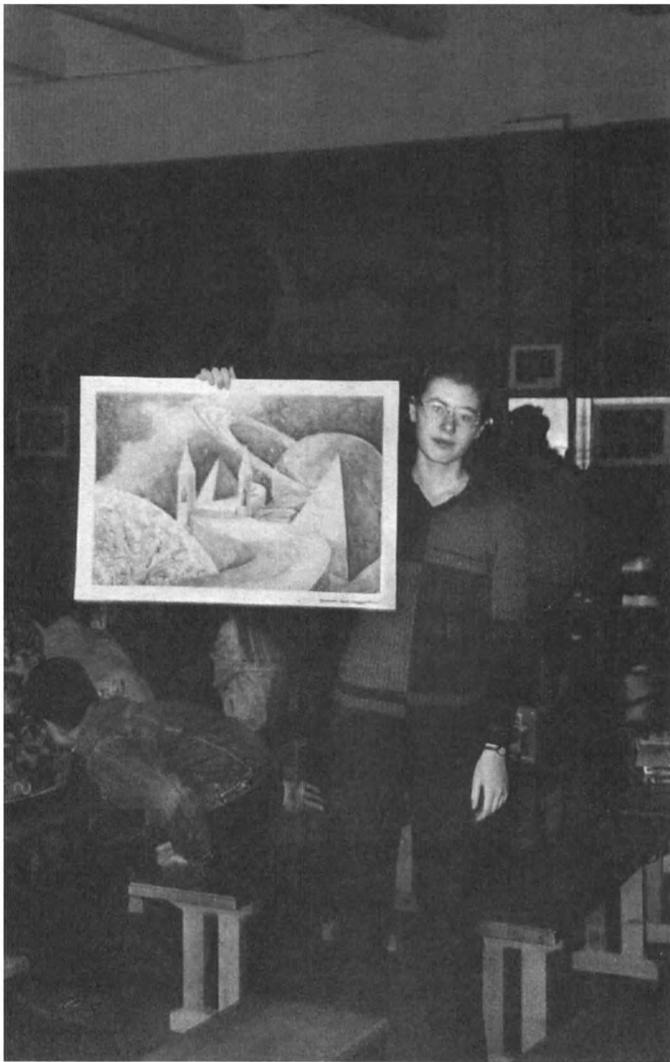
Вручение призов и дипломов.

нимают участие в городских, областных и российских олимпиадах, конкурсах, например “Космос”, “Космонавтика”, “Intel”, и никогда не возвращаются с соревнований без призов. На базе обсерватории из года в год проводятся конкурсы “Веговские чтения” и “Эра фантастики”, в которых с каждым годом участвует все больше и больше ребят из Москвы, Подмосковья, Твери, Рязани.

В 2001 г. межшкольный астрономический центр “Вега” организовал уже в пятый раз региональный конкурс детского научно-фантастического рассказа и рисунка “Эра фантастики”. До этого он проходил раз в два года. Цель конкурса – заставить работать детское воображение, разбудить в душах и умах детей стремление к творчеству, познанию мира. Конечно, приобретенные детьми научные знания не велики, но фантазия поможет им найти оригинальные решения и сюжеты, которые недоступны пе-

реполненному стереотипами уму взрослого. Кроме того, организаторам хотелось бы видеть в работах детей доброе и терпимое отношение к любым живым существам, даже к гипотетическим пришельцам из других миров. В мире слишком много войн, жестокости и насилия, но детские работы пусть будут жизнерадостными и оптимистичными. Стиль научно-фантастического произведения более всего соответствует достижению этой цели. Ведь фантастика, как писал победитель третьего конкурса Петровский Алексей (XI кл.), – это “неизвестное, необычное, открывающее нам истинный путь в будущее человечества. Она придет с годами из глубин, которые сейчас мы не можем постигнуть, и откроет ту темную завесу, за которой существует новая жизнь”.

Первая “Эра фантастики” проводилась в 1987 г. и была посвящена 30-летию запуска первого искусственного спутника



Силантьева Анна, победитель конкурса рисунков среди учеников X–XI классов, со своей работой.

Земли – началу космической эры. Тогда организаторам необходимо было понять, интересен ли ребятам такой вид соревнования. Учащиеся проявили большой интерес к конкурсу, прислав на него свои произведения. Только в 1995 г. появилась возможность провести конкурс снова. Во втором конкурсе “Эра фантастики”, посвященном 50-летию Победы, снова приняли участие талантливые ребята из Железнодорожного, Реутова и Балашихи. Было рассмотрено 60 работ, в том

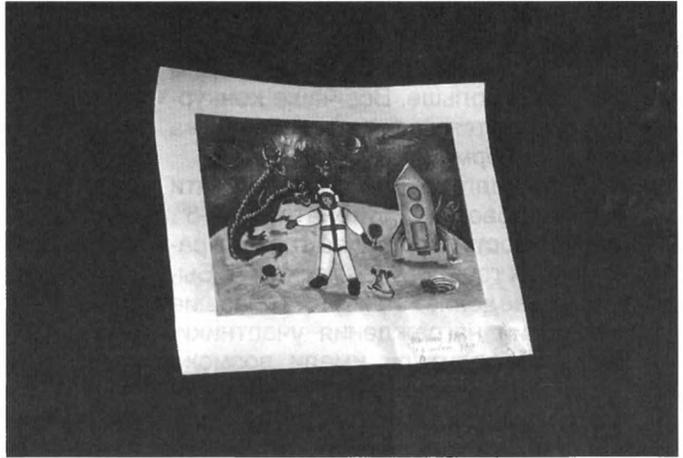
числе рисунки, рассказы и стихи. Жюри оценивало научность и фантастичность сюжета, оригинальность замысла автора.

Кроме обсерватории “Вега”, входившей тогда в состав станции юных техников, организаторами третьего районного конкурса “Эра фантастики” (1997 г.) стали комитет по образованию, муниципальная художественная школа, детская городская библиотека, редакция газеты “Городской вестник” (г. Железнодорожный), городской отдел народного образования, Дом детского творчества, редакция газеты “Реут” (г. Реутов), комитет по управлению народным образованием, Центр детского и юношеского творчества, редакция газеты “Факт” (г. Балашиха).

Объявления о конкурсе разместили в перечисленных газетах, информацию об условиях его проведения передавали по местному радио. На конкурс принимали научно-фантастические рассказы и рисунки на темы: “Освоение Солнечной системы”, “Освоение Вселенной”, “Жизнь во Вселенной”, “Пришельцы из космоса”, “Освоение глубин океана”.

Рассказы, желательно иллюстрированные, могли быть написаны прозой, стихами, представлять собой репортаж, пьесу, новеллу. Принимались иллюстрации к опубликованным научно-фантастическим произведениям. Всего в конкурсе участвовали 152 работы. Решением оргкомитета победителей среди авторов рисунков определяли по возрастным группам. Кроме того, создателей лучших рисунков и рассказов награждали суперпризами. Лучшим на конкурсе признан рассказ “Уничтожение” Петров-

Лучшая работа конкурса в номинации "Мир без насилия и войн" – "Ты мой друг, и я твой друг". Автор Иванова Настя (г. Реутов).



ского Алексея из Железнодорожного. Ценность любой формы жизни, нечеткость границы между добром и злом – вот главные принципы, которые утверждаются в произведении. "Жизнь – это лишь частица во Вселенной. Но ценность ее несоизмерима ни с чем. Представьте мир, где нет этого – самого ценного. Ничтожность предстает перед вашими глазами: росток жизни, всегда воскресающий после смерти и тянущийся к темному солнцу, вновь погибнет в хаосе, малейшее проявление противоречий между живыми и мертвыми линиями природы приведет к гибели первых. Вы выберете это? Нет. Значит, берегите любые зачатки жизни, иначе у нас не будет будущего", – так пишет Алексей в эпиграфе к своему рассказу.

Четвертый региональный конкурс (1999 г.) был посвящен 70-летию Московской области. На этот раз на конкурс поступило 210 работ из Железнодорожного, Балашихи и Реутова. Награждено 40 ребят, работы которых жюри сочло наиболее соответствующими заданной тематике и хорошо оформленными.

Пятую "Эру фантастики" (2001 г.) приурочили к 40-летию полета в космос Ю.А. Гагарина. Была введена новая номинация "Лучшая работа в духе культуры мира и ненасилия". Претендовать на эту премию могло произведение на любую из вышеперечисленных тем, которая утверждала бы принципы терпимости, ненасилия, щедрости души, охраны окружающей среды, уважения к жизни

каждого человека, равноправия, демократии. Призы и награды для победителей в этой номинации были предоставлены проектом ЮНЕСКО "Информационная сеть культуры мира". Появилась еще одна номинация для любителей художественного творчества – "Иллюстрация к лучшему рассказу конкурса "Эра фантастики-4". Это и есть рассказ "Записки с планеты Фазтон" (автор Ужанова Татьяна (VII кл.). География конкурса значительно расширилась, в нем приняли участие ребята из творческих коллективов Москвы, Рязани, Королёва. Юбилейного, Серпухова, Ступино, Болшева и, конечно, ребята из Железнодорожного, Реутова, Балашихи. В конкурсе участвовали более 300 ребят, призерами стали 105 участников. В день награждения под аплодисменты присутствующих возле обсерватории прошли показательные запуски ракет, изготовленных к этому дню воспитанниками В.Л. Материкина, руководителя кружка "Ракетное моделирование". Призы в этот раз вручались в различных возрастных группах по отдельным номинациям.

В номинации "Стихи" победительницей стала ученица VI класса Алексеева Марина (г. Железнодорожный), она прочитала свое творение на церемонии вручения наград. Всех членов жюри и, несомненно, всех присутствующих в зале покорило ее стихотворение "Пришельцы из космоса".

Подводя итоги прошедших конкурсов, можно с удовлетворением отметить, что

география конкурса неизменно расширяется и работ, добрых, мудрых и оптимистических, приходит с каждым годом все больше и больше. Все чаще конкурсом интересуются спонсоры и средства массовой информации.

За время подготовки статьи к печати мы успели провести “Эру фантастики-6”. На конкурс поступило более трехсот работ из многих городов Подмосковья. Было и нововведение: присутствовавшие на церемонии награждения участники, их друзья и родители имели возможность отметить наиболее понравившуюся им работу, которой впоследствии присудили приз зрительских симпатий. Была организована выставка работ. Позна-

комившись с ними во время перерыва, зрители проголосовали за самую, с их точки зрения, достойную работу. Появилась новая номинация – “Иллюстрации к роману Дж.Р.Р. Толкиена “Властелин колец”. Организаторы считают, что конкурс прошел успешно, и намереваются издать альманах, в который войдут лучшие рассказы, стихи и фотографии работ, победивших в номинации “Рисунки”. В январе 2003 г. мы начинаем прием работ на “Эру фантастики-7” и приглашаем принять участие в конкурсе всех любителей научной фантастики.

Необходимую информацию можно найти в Интернете на сайте <http://comet.sai.msi.msu.su/vega>

Информация

Снег и вулканы на Ио

Не перестает удивлять ученых спутник Юпитера Ио. На нем уже открыты активный вулканизм и перемещение вулканов на десятки километров (Земля и Вселенная, 2000, №№ 4, 5; 2001, № 2). 6 августа 2001 г. во время 32-го витка вокруг Юпитера АМС “Галилей” зафиксировал в Северном полушарии Ио гигантский фонтан высотой около 500 км над одним из вулканов. Явление подобного масштаба до сих пор еще не наблюдалось нигде в Солнечной системе, даже на Ио, известном невероятной вулканической активностью. Семью месяцами ранее бурная вулканическая деятельность наблюдалась на вулкане Тваштар, также расположенном около Северного полю-

са, но сейчас, по-видимому, он уже не действует.

Новый вулкан находится в 600 км от Тваштара. Его “дыхание” настолько сильно, что приборы “Галилея” впервые непосредственно исследовали выброшенные из вулкана частицы вещества (в основном двуокись серы). Это позволило сделать химический анализ и судить о недрах Ио. На одном из снимков, переданных с борта станции, можно увидеть мощный кольцеобразный слой вулканических отложений диаметром примерно 1 тыс. км. Он располагается вблизи Северного полюса Ио, вокруг ранее открытого вулкана Дажбог (древнеславянский бог Солнца).

Недавно американский космический аппарат “Галилей” передал беспрецедентные изображения поверхности Ио с признаками снега и льда! О каком снеге и льде может идти речь вблизи действующих вулканов? Ответ дал астрофизик А. МакЮэн из Университета штата Аризона в Тусоне (США). Это вовсе не замороженная вода, а насыщенный серой материал,

похожий на снег. При извержении вулканов выбрасываются двуокись серы и другие богатые серой вещества. На Земле двуокись серы – это газ, а на Ио она твердая, даже переходит в жидкую фазу на глубине. Здесь везде видны следы этого летучего вещества. На сильно пересеченной местности светлые пятна серосодержащих материалов чередуются с темными, как у нас весной, когда часть снега растаяла и сквозь него проглядывают почва и камни. Структура сернистого покрова Ио временами рассеивается и сублимируется, превращаясь в газ. Впрочем, не вся сера улетучивается...

Изучение новых изображений Ио подтвердило предположения о существовании чашеобразных углублений в вулканических районах, связанных с появлением трещин и перемещениями участков коры. На Ио нет обрушения магматических камер, как это происходит на нашей планете при возникновении крупных плоскодонных кратеров или кальдер.

Spaceflight, 2001, 43, 12

Вернемся к нашим... кометам

(продолжение дискуссии)

Ф.А. ЦИЦИН,
кандидат физико-математических наук
Государственный астрономический институт
им. П.К. Штернберга

“Бойся незнания, но еще больше – ложного знания”.

Будда

В журнале “Земля и Вселенная” (2001, № 6) опубликована статья В.П. Томанова “Новый взгляд” на проблему происхождения комет”. Она посвящена мне как “герою” разгромной критики. Разумеется, я весьма благодарен автору за популяризацию концепции происхождения комет, развиваемой мною последние лет десять (а в современном виде – скорее, пять) совместно с И.Л. Генкиным и В.М. Чепуровой. То, что В.П. Томанов не заметил моих соавторов, свидетельствует, насколько поверхностно он ознакомился и с цитируемыми им научно-популярными статьями, и тем более нецитируемыми (похоже, непрочитан-

ными) им “непопулярными” коллективными изложениями нашего, как он выражается, “некоего сценария происхождения комет”.

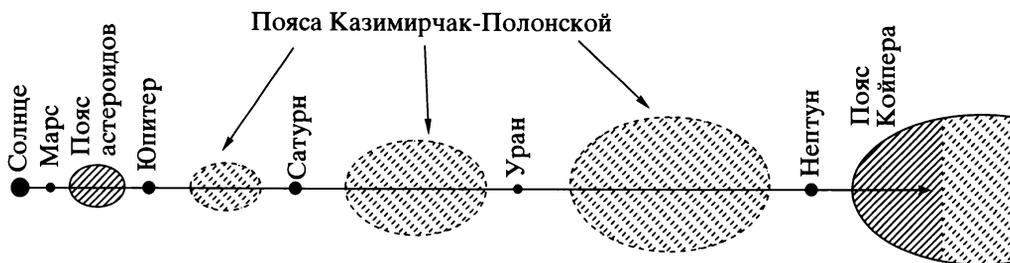
Оппонент усматривает в основе “сценария” пять (!) наших исходных гипотез, за которые, в основном, им принимаются либо достаточно широко известные *идеи* планетной и кометной космогонии, либо даже *факты*. Например:

1. “Кометы суть реликтовые... планетезимали”. Но если это ныне и гипотеза, то *не наша*, а, скорее, школы О.Ю. Шмидта (Гуревич и Лебединский) или Я. Оорта...

2. “Постулируется, что короткопериодические кометы (КПК) вышли на на-

блюдаемые орбиты из межпланетных поясов”. Но и это *не наша гипотеза*, а строгий *результат Е.И. Казимирчак-Полонской* (почему эти пояса кометных тел (КТ) и названы “поясами Казимирчак-Полонской”).

3. “Около орбит планет-гигантов (ПГ) существуют “пустые” туннели – тороидальные области с радиусами около 1 а.е., в которых планетезимали отсутствуют”. Но достаточно увидеть структуру пояса астероидов (тоже исходно реликтовые планетезимали!) “со стороны Юпитера”, выявленную Л. Кресаком (см., например, книгу А.Н. Симоненко “Астероиды”. М.: Наука, 1985, с. 60), чтобы убедиться, что и



Пояса реликтовых планетезимальных тел в Солнечной системе; Еще не открытые пояса (Казимирчак-Полонской) и пока еще не открытая внешняя зона пояса Койпера обозначены пунктиром.

Пояс астероидов. Предугадан в конце XVIII в. (Тициус-Бодде); открыт в начале XIX в.

Пояс Койпера. Предсказан в середине XX в. (Эджворт, Уиппл, Койпер), открыт (внутренняя зона непосредственно за Нептуном) в 90-х гг. XX в.

Пояса Казимирчак-Полонской. Существование поясов малых тел между планетами-гигантами в XX в. допускалось многими исследователями (Армеллини, Левин, Чурюмов и др.). Открыты "на кончике пера" Е.И. Казимирчак-Полонской в 70-х гг. "Окрещены" Н.А. Беляевым. Наблюдательно будут обнаружены, видимо, еще в первом десятилетии XXI в.

эта "гипотеза" – скорее, простая констатация фактов.

4. "Гипотеза выброса планетезималей из зоны ПГ "в Галактику". И это – "гипотеза"? Может быть, В.П. Томанов не слышал о понятии "диссипанты"?.. И о неизбежности массового гравитационного выброса КТ из систем типа рождающейся Солнечной? И Оорт, и Сафронов, и другие надеялись удержать в облаке Оорта в лучшем случае порядка 1% диссипантов. А остальные

КТ-диссипанты куда деваются, как не "в Галактику", в ее звездный фон?!

5. "Почти параболические кометы (эксцентриситет $e \sim 1$) – планетезимали, возвратившиеся из Галактики в зону ПГ". Это было бы гипотезой, если бы не было следствием, очевидно, не известной В.П. Томанову теоремы Пойа (1921 г.) из теории броуновского движения (в приложении к рассеивающему рою частиц. В строгой трехмерной модели около 35% диссипантов возвращаются к источнику).

А еще – следствием, очевидно также не известного В.П. Томанову, строгого решения В.В. Радзиевским (1954 г.) небесномеханической "ньютоно-гуковской задачи трех тел" (два "ньютоновских" тела, например Солнце и КТ-диссипант, внутри однородной сферы или в плоскости сфероида – "гуковское тело" – в некотором приближении – Галактика). Галактика как "гуковское тело" создает эффект взаимного притяжения "ньютоновских тел", пропорционального их взаимному расстоянию.

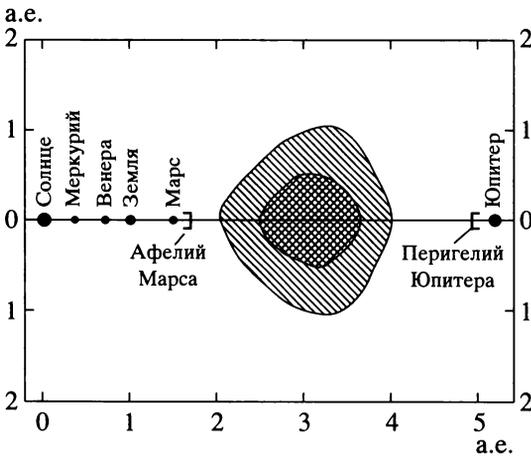
Таковы приписываемые нам В.П. Томановым "гипотезы" (и познания его в

теоретических основах обсуждаемых вопросов). Пожалуй, наша концепция настолько элементарна, что, по существу, не требует никаких новых гипотез. В космогонии уже есть все, что надо для объяснения происхождения комет. Единственными двумя нетривиальными новыми элементами нашего построения являются следующие:

– констатация того факта, что не существует доказательства отсутствия реликтовых планетезималей (КТ) в поясах между ПГ;

– констатация того факта, что не существует доказательства якобы "очевидного" мнения, что выброшенные в Галактику КТ никогда не возвращаются к Солнцу.

Утверждению об отсутствии поясов КТ между ПГ противостоит противоположное – о наличии, как раньше говорили, "других поясов астероидов" (Армеллини, Левин, Фернандес, Мартынов, Симоненко, Чурюмов и другие). Да, это было также предположительно. Но: Л. Кресак в конце 70-х гг. показал, что, в частности, между ПГ (и за ними) существуют зоны, где возможно длительное устойчивое движе-



Сечение пояса астероидов, перпендикулярное к плоскости эклиптики, по результатам Л. Кресака. Густая штриховка – более плотная центральная зона пояса. Расстояние внешней границы пояса от орбиты Юпитера ~ 1 а.е., внутренней границы от орбиты Марса ~ 0.3 а.е.

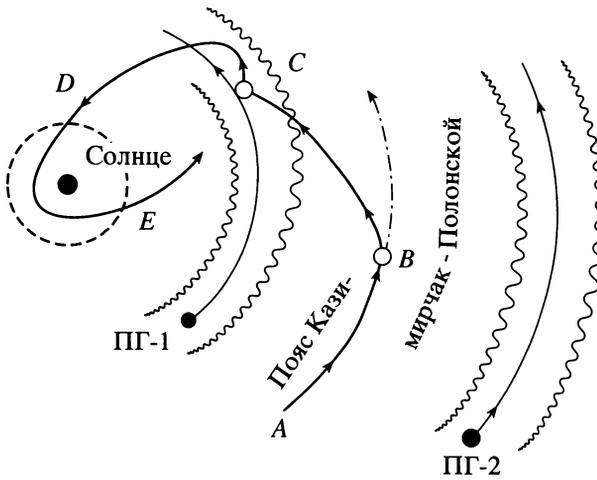


Схема эволюции орбиты реликтового кометного тела от устойчивой, близкой к круговой – в кометную. ПГ-1 – условно "первая" планета-гигант, ПГ-2 – "вторая". Волнистыми линиями указаны границы их околоорбитальных тороидов статистически неизбежных сильных возмущений. АВ – начальная (реликтовая, динамически устойчивая с рождения Солнечной системы) орбита кометного тела в одном из поясов Казимирчак-Полонской. Точка В – место столкновения с другим кометным телом данного пояса, переводящего рассматриваемое кометное тело на орбиту ВС... проходящую через зону (тороид) сильных возмущений от планеты ПГ-1. Точка С – место сближения с ПГ-1 и сильного возмущения от нее, превращающего орбиту нашего пояса, переводящего кометного тела в сильно эксцентрический эллипс CDE... (не обязательно на "первом витке" орбиты ВС). Если перигелий новой орбиты находится в близкой к Солнцу "кометной зоне" (ее граница дана пунктиром), наше кометное тело оказывается короткопериодической кометой.

ние малых тел. А Е.И. Казимирчак-Полонская в 1978 г. доказала, что КПК являются именно из этих (между ПГ) зон.

Так что существование между ПГ поясов устойчивого движения малых тел (здесь это КТ) – не "гипотеза", а строгий теоретический результат Кресака и Казимирчак-Полонской. Результат последней – открытие ("на кончике пера") этих кометных поясов.

Итак, первый исходный пункт нашей "гипотезы" – то, что мы обратили внимание на произвольность и бездоказательность ходячего представления об отсутствии кометных поясов между ПГ и, напротив, на существование серьезных обоснований (Кресак, Казимирчак-Полонская) как раз противоположного утверждения: о возможности и, более того, реальности поясов КТ между ПГ.

Второй исходный пункт нашего построения логически сходен с первым: мы обращаем внимание на бездоказательность ходячего "самоочевидного" представления о том, что КТ-диссипанты выбрасываются из Солнечной системы (СС) навсегда. Напротив, существуют математически строгие результаты физической теории диффузии и небесной механики, говорящие о статистической (Пойа) и динамической (Радзиевский) неизбежности возврата какой-то доли диссипантов, даже с гиперболическими скоростями, в область выброса – в планетную зону СС.

(В точной трехмерной модели диффузии, как отмечено выше, осуществляется возврат около 35% диссипантов, асимптотически. В небесно-механической модели Радзиевского (в строго однородной Галактике) возврат вообще составил бы 100% диссипантов.)

Таким образом, и здесь мы противопоставляем *бездоказательной* “самоочевидности” *строгие* математические и небесно-механические результаты. В.П. Томанов рассуждает о “теории диффузии”, не зная о таких фундаментальных результатах ее и теории Броуновского движения, как теорема Пойа; с иронией судит об “экзотической гипотезе гуковских сил” и “мифическом гуковском теле”, не зная о точном небесно-механическом результате В.В. Радзиевского. Тем самым он показывает, что рассуждает о недостаточно знакомом ему предмете.

Однако в рассуждениях и выводах В.П. Томанова, помимо впечатляющей меры *незнания* им предмета, о котором он берется судить, есть и вторая, не менее (а даже более!) существенная сторона: *неправильное понимание* им того, что он, вроде, не может не знать. Например, критикуемой им концепции. Но не только ее!

Например, заявляется: “В данной гипотезе... принимается заимствованный из планетной космогонии тезис о существовании вращающегося протопланетного диска” (с. 69). Поразительно, но, похо-

же, В.П. Томанов не заметил, что “тезис” этот уже не один десяток лет как стал *наблюдательным фактом* в астрономии?!

Или еще. Мы обосновываем “двухступенчатый” вывод КТ из поясов Казимирчак-Полонской на кометные орбиты (с большим эксцентриситетом e и малым перигелийным расстоянием q). Сначала в результате “слабого” (малые относительные скорости) столкновения двух КТ такого пояса одно (или оба) КТ получает *незначительное* возмущение орбиты, в перигелии (или афелии) хотя бы немного выводящее ее из зоны длительной устойчивости – в соседний “тор (туннель) сильных возмущений” от ближней ПГ. После этого становятся *статистически неизбежными* уже одно или несколько последовательных, до сколь угодно сильных (не исключая даже прямого столкновения – как у кометы Шумейкеров–Леви-9 с Юпитером) возмущений. В частности, мыслимо и превращение “прямой” кометы в “обратную”.

Но В.П. Томанов убежден, будто все сколь угодно сильные возмущения орбиты КТ мы “осуществляем” исключительно при столкновениях КТ в их реликтовом поясе! Так, фундаментально не поняв критикуемую им позицию и на этом основании *приписав* ей целый ряд абсурднейших утверждений и выводов, В.П. Томанов, естественно, с легкостью необыкновенной “драко-

нит” и высмеивает наши построения...

Например: “Поскольку в протопланетном диске устанавливаются почти круговые движения [ныне – не более, чем в поясе астероидов! – Ф.Ц.], то столкновения маловесных тел... Энергетический обмен [сталкивающихся] тел будет незначительным” (с. 69). Да, конечно! А “нам” много и *не надо!*... Для “выталкивания” КТ, находящихся, например, “на самом краю” какого-либо “пояса Казимирчак-Полонской” (рядом с “тором неустойчивости” соседней ПГ), достаточно *сколь угодно малого* возмущения! Тем более – вполне возможного мало, но *конечного*.

Кстати, *непонимание* В.П. Томановым “двухстадийности” динамики вывода КТ из зоны устойчивости движения на хаотическую (кометную) орбиту привело его и к перевернутому с ног на голову пониманию своих собственных тщательных и трудоемких статистических расчетов. По его логике, как отмечено, вывод КТ на кометную орбиту *просто* производится *непосредственно* столкновением их в “поясе Казимирчак-Полонской”. В таком (нереалистичном) случае узлы кометных орбит должны концентрироваться именно в этих поясах. На самом деле, торжественно констатирует он, «через “пустой” туннель Юпитера пролегают пути 62% от общего числа КПК» (с. 70). Но *так и должно быть*, поскольку на *кометную ор-*

биту КТ выводится возмущением именно от ПГ (особенно от Юпитера), а не начальным взаимным столкновением двух КТ в “поясе Казимирчак-Полонской”!.. Воистину, сколь угодно богатый “статистический материал” не поможет тому, кто не понимает “физику” дела...

А вот пример умопрачительно неправильного понимания В.П. Тома-новым *общеизвестных* истин кометной астрономии. Он пишет: “Оорт полагает, что кометы уходят от Солнца не далее [?! – Ф.Ц.], чем на 100–150 тыс. а.е., где тормозятся звездными возмущениями... По Цицину (1999 г.), кометы преодолевают гравитационный звездный барьер за облаком Оорта...” (с. 73).

Ну, знаете, есть же предел!.. Да не утверждал (не “полагал”) ничего подобного бедняга Оорт! Ему (и *всем*, кто занимался этим вопросом, исключая В.П. Тома-нова...) было вполне ясно, что *не существует* никакого “гравитационного звездного барьера” непосредственно “за облаком Оорта”! Звезды располагаются так редко, что дай Бог ~ 1% (Оорт, Сафронов и другие), а то и много меньше из “параболических” диссипантов получали возмущение, “задерживающее” их в облаке Оорта. Остальные уходят в “звездный фон” Галактики, где – это уже добавляем мы – и образуют сферизующийся из-за возмущений диффузионный “кометный рой Скиапарелли”; а дальше

смотрите, пожалуйста, упомянутые выше работы Пойа и других авторов. (Иное дело – *протяженный* на десятки парсек “гучковский” гравитационный барьер (по Радзиевскому), по незнанию отрицаемый В.П. Тома-новым...) Похоже, В.П. Тома-нов воспринимает “звездный барьер за облаком Оорта” как вязкую сферу с густо насаженными звездами...

Анализ всех ошибок и ляпов в статье В.П. Тома-нова потребовал бы объема небольшой монографии... Поэтому – еще лишь один пример. В нашей концепции (и, естественно, в статьях) рассматривается вопрос: почему, при числе комет в Галактике (т.е. и плотности их – числе в единице объема) на порядки большем, чем звезд (Эпик), среди тысячи известных комет мы не встретили *ни одной* “чужой”, с эксцентриситетом гелиоцентрической орбиты $e \gg 1$? Наш ответ прост: чужие КТ почти не испытывают гравитационной фокусировки к Солнцу. Свои же в полной мере подвержены ей.

В.П. Тома-нов возражает: “Фактически имеет место ситуация с точностью до “наоборот”. Бессмысленно говорить о гравитационной фокусировке применительно к эллиптическим орбитам. [А] “свои” кометы движутся по эллиптическим орбитам” (с. 74).

Верится с трудом, однако, похоже, В.П. Тома-нов так и не уловил, о чем тут речь: КТ – реликтовые диссипанты из СС в диффузионном рое Скиапа-

релли – хотя и “свои”, тем не менее как диссипанты имеют малые, но *гиперболические* скорости относительно Солнца (в среднем < 100 м/с). “Чужие” же КТ – выходцы из планетных систем других звезд – *обязаны* и скорости относительно Солнца иметь как их “родимые” звезды, т.е. в среднем около 20 км/с. Это и позволяет оценить по формуле Радзиевского–Дагаева, что эффект гравитационной фокусировки *своих* гиперболических комет минимум в сотни, а то и во многие тысячи раз увеличивает их наблюдаемую концентрацию в “кометной зоне” близ Солнца (не далее 3 – 5 а.е. от него). Наше объяснение наблюдаемости пока только *своих гиперболических* комет, таким образом, полностью корректно. И т.д.

В общем, примерно в половине случаев В.П. Тома-нов, похоже, *не знает*, о чем спорит, а в остальных – просто *не понимает*, о чем речь... Это полностью относится и к резюмирующим его “аргументацию” выводам. Даже когда он “подкрепляет” их цитатой из тезисов куда более компетентного (но слишком ослепленного своей идеей происхождения комет при взрывах ледяных тел Солнечной системы) Э.М. Дробышевского: “...гипотеза [Цицина, Генкина и Чепуровой]... оказывается бессильной в предсказании новых... явлений” (с. 74). Однако, перефразируя Ильича, мы заявляем: “Есть такие явления!” И центральное из этих

“предсказаний”: мы утверждаем, что в обозримом будущем (не сегодня-завтра!) наблюдательно подтвердится (неважно, по нашей “наводке”, как Галле открыл Нептун, или независимо, как Гершель – Уран) существование кометных “поясов Казимирчак-Полонской” между ПГ!

Оптимальные зоны поиска КТ в “поясах Казимирчак-Полонской”, их расчетные угловые скорости и ожидаемые звездные величины (вполне доступные современным наблюдателям!) мы указываем в наших работах. Вполне возможно, что КТ “поясов Казимирчак-Полонской”

уже “попутно” наблюдались и даже зафиксированы – но не были поняты астрономами. (Как Галилей не понял, что он наблюдал Нептун; как квазары долго принимались за обычные переменные звезды...)

Информация

Всемирная служба цунами

Только в 90-х гг. истекшего века на Земле наблюдалось 11 мощных цунами, унесших более 4 тыс. человеческих жизней и причинивших убытки, измеряемые сотнями миллионов долларов. Последствия еще около 70 цунами за этот же период были менее тяжелыми, но и с ними связано немало бед.

Чаще всего цунами возникают в странах “огненного кольца”, опоясывающего Тихий океан, где высока сейсмическая и вулканическая активность. Согласно подсчетам, выполненным в Национальном центре геофизических данных США в Боулдере (штат Колорадо), более 80% всех цунами мира вызваны подводными землетрясениями в Тихоокеанском регионе. Это не случайно: именно здесь чаще всего происходят столкновения гигантских тектонических плит

земной коры, которые и приводят к мощным ее сотрясениям.

Энергия, заключенная в катастрофических волнах цунами, настолько велика, что противостоять ей человечеству пока еще не по силам. Можно лишь избегать их воздействия, для чего необходимо предвидеть приближение события. Именно эту цель преследует разрабатываемая ныне Национальным управлением по исследованию океана и атмосферы США система “DART” (Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis – Глубинно-океаническая информация о цунами).

Первые автоматические “цунами-станции” уже работают в северной части Тихого океана, в области Аляскинской зоны субдукции (там, где одна плита земной коры погружается под другую). Возникающие здесь сейсмические волны продвигаются со скоростью около 700 км/ч и могут угрожать Гавайским островам и западному побережью США (штаты Вашингтон, Орегон и северная часть Калифорнии).

На каждой станции установлен донный регистратор атмосферного давления, изменяющегося при прохождении мощной волны. Акустический сиг-

нал передается по воде на буй и через искусственный спутник Земли поступает к наземным станциям, которые ретранслируют его Тихоокеанской лаборатории изучения морской среды в Сиэтле. Ее коллектив и разработал всю эту систему. Одновременно информация поступает к персоналу станций раннего оповещения о цунами на Аляске и Гавайях.

Еще две “цунами-станции” действуют в штате Орегон, вблизи каскадной зоны субдукции, где, по мнению специалистов, цунами можно ожидать в ближайшее время. Геологические данные свидетельствуют, что колоссальные по силе цунами здесь случаются раз в несколько столетий. Шестая цунами-станция начала действовать в августе 2001 г. в глубоководной акватории Тихого океана, омывающей Южную Америку. Этот регион печально знаменит тем, что 23 июня того же года здесь произошло сильное землетрясение, и на южное побережье Перу обрушилась волна цунами.

Так постепенно создается всемирная служба цунами.

Science, 2001, 293, 1253

Открыт путь к изучению эволюции Вселенной

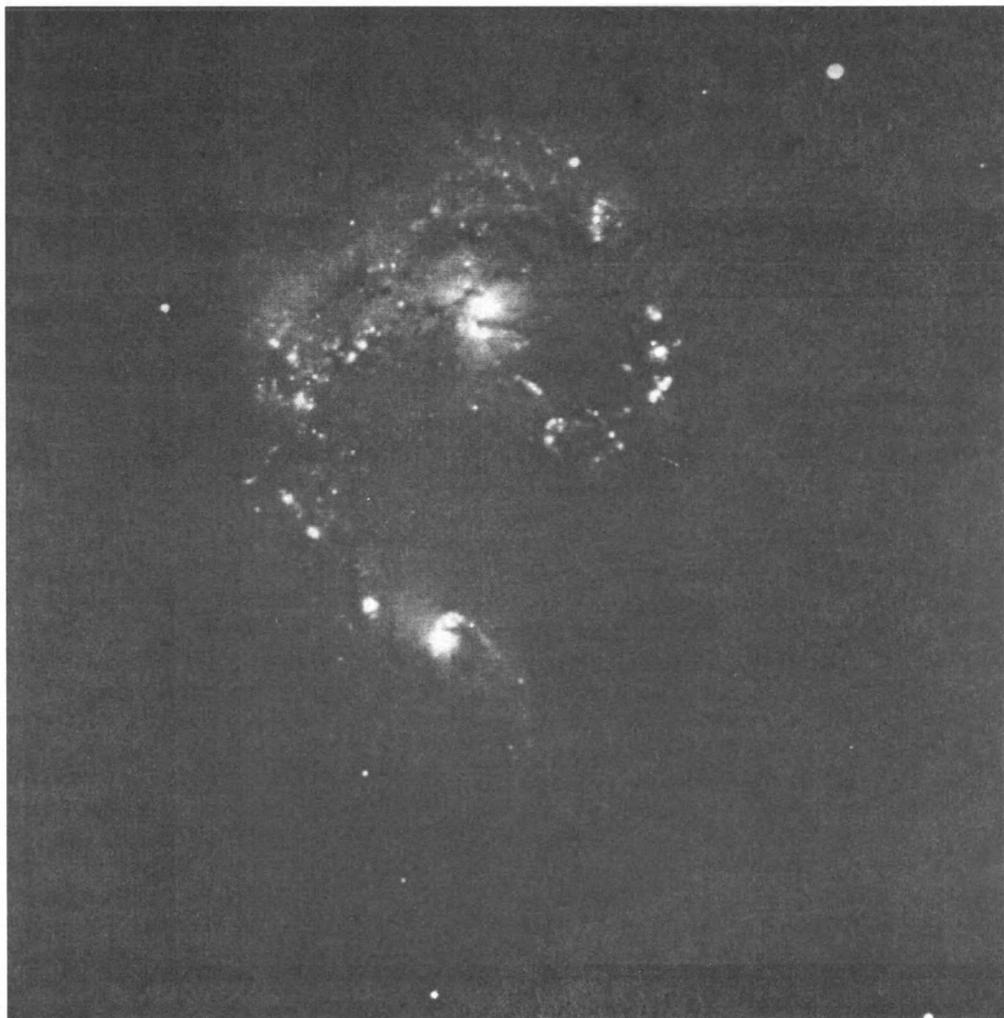
Одна из фундаментальных задач астрофизики – изучение эволюции Вселенной. Для этого требуется знать распределение галактик и их скоплений на разных этапах жизни Вселен-

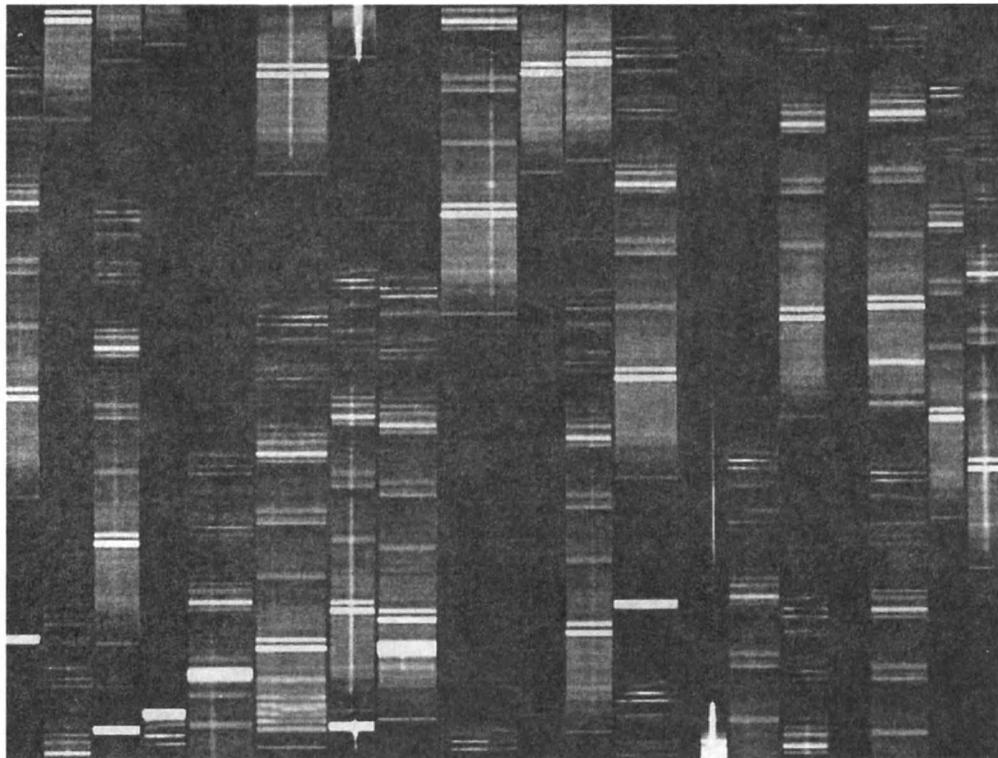
ной. По близким объектам мы можем судить о нынешнем распределении вещества во Вселенной. А чтобы заглянуть “назад во время”, надо изучить распределение далеких и, следовательно, тусклых небесных объектов, так что нужен не только большой телескоп, но и приемник излучения высокой чувствительности с большим полем зрения. Такой прибор недавно создан на Европейской Южной Обсерватории.

Это прибор ВИМОС (VIMOS – Visible Multi-Object

Spectrograph – видимого света многообъектный спектрограф), установленный на третьем 8.2-м зеркале “Мелипал” Очень Большого Телескопа. “Первый свет” нового прибора состоялся 26 февра-

Взаимодействующие галактики “Антенны” NGC 4038/39 – результат недавнего столкновения двух галактик. Следствие этого – формирование гигантских газопылевых комплексов, в которых рождаются звезды (яркие пятна на снимке). Поле зрения $3.5' \times 3.5'$, север – вверху, восток – слева.





Фрагмент снимка со спектрами слабых галактик. (Самые яркие полосы – линии излучения верхней атмосферы Земли.)



Спиральная галактика NGC 2613. Предполагается, что примерно так же выглядит наша Галактика, Млечный Путь. Поле зрения $7' \times 7'$, север – вверху, восток – слева.



Близкое скопление галактик АСО 3341 ($z = 0.037$, расстояние 300 млн. св. лет). Снимок в красном свете получен 4 марта 2002 г., экспозиция 300 с. Поле зрения $7' \times 7'$, север – вверху, восток – слева.

ля, а первые спектры были получены 2 марта 2002 г. С его помощью можно получать спектры галактик до 23^m в красных лучах при экспозиции 15 мин. Поле зрения прибора $14' \times 16'$, в четыре раза больше, чем у приборов типа ФОРС (Земля и Вселенная, 2000, № 2). Ожидается, что при наблюдениях будет запечатлено, в среднем, около 1000 спектров галактик на одном снимке, а при испытаниях на специально выбранном участке неба – 6400 спектров за одну экспозицию. Кроме того, есть возможность удалить маску, разлагающую свет в

спектр, и получать прямые изображения небесных объектов.

При испытаниях сделаны снимки ряда объектов, в их числе Крабовидная туманность, взаимодействующие галактики “Антенны”, спиральные галактики М 100 и NGC 2613, скопления галактик АСО 3341 (расстояние 300 млн. св. лет.) и MS 1008. 1–1224 (расстояние 3 млрд. св. лет.).

С помощью прибора ВИМОС можно будет получить картину распределения вещества во Вселенной в разные эпохи в трех измерениях (две координаты на

небесной сфере и расстояние, определенные по красному смещению в спектрах). К настоящему времени такие данные имеются примерно для двух галактик и квазаров. Теперь это число можно будет довести до ста тысяч.

ESO Press Release 04/02
13 March 2002

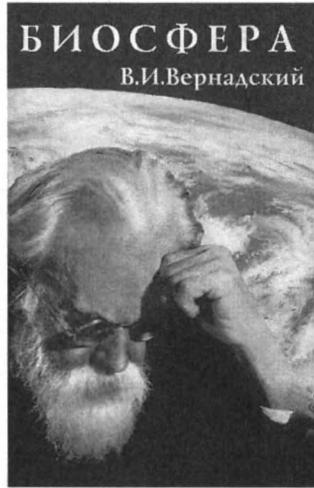
Все снимки получены на Европейской Южной Обсерватории на горе Параналь в Чили с помощью третьего 8.2-м зеркала “Мелипал” Очень Большого Телескопа и прибора ВИМОС. (В трех случаях – прямые изображения, в четвертом – спектральное.)

У истоков концепции ноосферы

Неправительственный экологический фонд им. В.И. Вернадского вместе с Государственным геологическим музеем РАН выпустил в издательстве “Ноосфера” сборник научных работ В.И. Вернадского под названием “Биосфера. Мысли и наброски” (составители Г.Б. Наумов и М.Ю. Сорокина).

Книга названа так же, как и знаменитая фундаментальная работа В.И. Вернадского, которой она и открывается. В первое издание “Биосферы” (Прага, 1926 г.) включены два очерка, подытожившие начальный этап работы ученого над концепцией биосферы. Он развивал ее, по собственному признанию, “неуклонно с 1917 г.”, в годы революции и гражданской войны. Именно тогда Вернадский, один из ведущих деятелей кадетской партии, чудом избежав ареста в Петрограде, получил возможность работать на хуторе Шишаки под Полтавой, а затем – в Крыму, еще не затронутом военными действиями. Там он приступил к изложению своих мыслей о “живом веществе”, космической миссии жизни на Земле и неизбежной эволюции биосферы в сферу разума – ноосферу.

В разделе “Мысли и наброски” впервые опубликованы размышления В.И. Вернадского, относящиеся к 1920–21 гг. В марте 1920 г. в Ялте он записал: “Картина мира, сведенная к энергии и материи, если мы попытаемся сейчас на нее взглянуть без предубеждения, яв-



но не отвечает действительности... Совершенно ясно является роль всех организмов, и человечества в частности, в геохимических процессах земли... Сознание человечества становится той “силой”, тем фактором, который мы должны принимать во внимание, когда изучаем великий природный процесс...” Он называет сознание “регулятором энергии”. С развитием человечества неуклонно растет воздействие сознания на геохимические процессы.

Наброски В.И. Вернадского позволяют заглянуть в его интеллектуальную лабораторию. Он ставит вопросы, предлагает гипотезы, и постепенно из кажущегося хаоса мысли кристаллизуется стройное учение о живом веществе планеты. Читая эти записи, видишь путь поиска ученого – от интуитивного зарождения идеи до ее окончательного формирования. Завершает этот путь статья “Биосфера и ноосфера”, законченная В.И. Вернадским в декабре 1943 г., за два года до смерти. В ней он рассматривает направ-

ленную эволюцию “живого вещества” и заключает: “В XX в. впервые в истории Земли, человек узнал и охватил всю биосферу...” – несмотря на то, что человечество представляет собой ничтожную часть вещества массы Земли. “Мощь его связана не с его материей, но с его мозгом... В геологической истории биосферы перед человечеством открывается озорное будущее, если оно поймет это и не будет употреблять свой разум и свой труд на взаимоистребление...”

Эволюционируя, биосфера порождает новое геологическое явление – ноосферу... Человечество стремительно меняет облик планеты...

Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой. И перед ним, перед его мыслью и трудом, становится вопрос о перестройке биосферы в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого. Это новое состояние биосферы, к которому мы, не замечая этого, приближаемся, и есть ноосфера”.

Завершая свою последнюю статью, В.И. Вернадский утверждал: “Ноосфера – последнее из многих состояний эволюции биосферы в геологической истории – состояние наших дней”. Он считал, что не воздействие человека на природу, а их взаимодействие является условием дальнейшего устойчивого развития цивилизации.

Выход книги приурочен к 140-й годовщине со дня рождения Владимира Ивановича Вернадского (1862–1945).

В.А. МАРКИН

**Указатель статей, опубликованных в журнале
“Земля и Вселенная” в 2002 г.**

Барбошкина Т.А. Феномен эколого-геологического риска	1	Желнина Т.Н. Гвидо фон Пирке Жизнь и деятельность О.Ю. Шмидта	1 2
Белинский О.Н., Бурцева Т.Н. Первый год тысячелетия отбушевал...	3	Марков А.Е. Вернер фон Браун (к 90-летию со дня рождения)	6 6
Беляев М.Ю., Десинов Л.В. Мониторинг Земли с Международной космической станции	3	Маркин В.А. Тур Хейердал Мулярчик Т.М. Юрий Ильич Гальперин (к 70-летию со дня рождения)	6 4
Володин С.В. Перспективные космические транспортные системы	4	Николай Семенович Кардашев (к 70-летию со дня рождения)	3
Гинзбург В.Л. Астрофизика и космогония: важнейшие достижения за последние три года	4	Памяти Галины Николаевны Петровой Памяти Петра Владимировича Щеглова	1 3
Дьяченко А.И. Ларец сокровищ туманности NGC 3603 (часть I)	5	Пильник Г.П. Николай Дмитриевич Моисеев (к 100-летию со дня рождения)	5
Иванов Н.М., Соколов Н.Л. “Океан-О”: два года полета	1	Рускол Е.Л. Происхождение планет и спутников	2
Кардашев Н.С. Космогония и проблемы SETI	4	Соколова Ю.Ф. Юрий Михайлович Шейн- манн (к 100-летию со дня рождения)	1
Кузнецов В.Д. Спутник “Коронас-Ф” наблюдает Солнце вблизи максимума активности	6	Страхов В.Н. Слово об ученом, именем которого назван Институт физики Земли РАН	2
Куликов С.Д., Горошков И.Н., Мартынов М.Б. Проект АМС “Фобос-грунт”	6	Ушакова М.Г. Георгий Алексеевич Ушаков	6
Мохов И.И. Сток сибирских рек в XXI веке	6	Цицин Ф.А. Истоки и перспективы шмидтовской планетной космогонии	2
Уральская В.С. Спутниковые системы планет	2	Якушева Г.В. Создатель отечественной энциклопедии	2
Уральская В.С. Семейство Юпитера все увеличивается...	5		
Фадеев Ю.А. Пульсации звезд	3		
Шолпо В.Н. Геотектоника: современные проблемы	5		
ЭКОЛОГИЯ			
Бондарев Л.Г. Планетарная денудация	5		
ЛЮДИ НАУКИ			
Бронштэн В.А. Андрей Аузан – геодезист, топограф, организатор	5		
Василий Павлович Мишин (к 85-летию со дня рождения)	3		
Алифанов О.М. Владимир Николаевич Страхов (к 70-летию со дня рождения)	3		
Булатов В.Н. О.Ю. Шмидт у истоков освоения Арктики	2		
		ИЗ НОВОСТЕЙ ЗАРУБЕЖНОЙ КОСМОНАВТИКИ	
		Герасютин С.А. Программа “Спейс Шаттл”: хроника полетов	1
		К 45-ЛЕТИЮ КОСМИЧЕСКОЙ ЭРЫ	
		Семенов Н.Л. Как запускали первый спутник	5
		СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ	
		Маркин В.А. Конференция в высоких широтах	1

ИСТОРИЯ НАУКИ

- Абрамов Л.С. Роль геофизиков в становлении географии как фундаментальной науки 2
- Гуляев Р.А. Внеатмосферные исследования в лаборатории Г.М. Никольского 3
- Добронравин П.П. Юбилей Симеизской обсерватории 6
- Тутуков А.В. А.Г. Масевич и ее школа по физике и эволюции звезд 2

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- Андерсон Дж., Лаинг Ф., Лау Э., Ньетто М., Турищев С. Странное укорение “Пионеров” 5
- Баландин Р.К. Глобальные круговороты литосферы 3
- Красный Л.И. Подобие систем делимости Вселенной и Земли 5
- Розгачева И.К., Чаругин В.М. Компактная Вселенная и возможная природа квазаров 1
- Симаков Ю.Г. Преформированная космическая эволюция 4
- Топунов А.Ф. Закономерность дарвиновской эволюции 4
- Уфимцев Г.Ф. Симметрия планетарного рельефа Земли 4
- Цицин Ф.А. Вернемся к нашим ... кометам (продолжение дискуссии) 6

ОБСЕРВАТОРИИ, ИНСТИТУТЫ

- Язев С.А. Астрономическая обсерватория Иркутского университета (к 70-летию АО ИГУ) 6

ПРОБЛЕМЫ SETI

- Гиндилис Л.М. Сигнал отправлен: первое детское радиопослание внеземным цивилизациям 5

ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

- Голованов Л.В. Формула Циолковского 2
- Смирнов В.А. “Гармония мира” – в историческом аспекте (физическая поэма) 5

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- Загайнова В.И. Обсерватория Республиканского Дворца школьников Казахстана 2
- Левитан Е.П., Румянцев А.Ю. Дидактика астрономии: от XX к XXI веку 4
- Левитан Е.П., Рысин М.Л., Томанов В.П. Информатизация школьной астрономии 6

АЭРОКОСМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- Тамкович Г.М., Климов С.И., Ангаров В.Н., Зайцев А.Н. Применение сверхмалых космических аппаратов для науки и образования 2

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- Виньяминов В. Мои наблюдения 4
- Гусев Е.Б. Затмения – как часто он происходят? 3
- Кузьмин А.В., Левитан Е.П. История звездной карты 3
- Татарников М.П., Тульская С. Наступает “Эра фантастики” 6
- Небесный календарь: март–апрель 2002 г. 1
- Небесный календарь: май–июнь 2002 г. 2
- Небесный календарь: июль–август 2002 г. 3
- Небесный календарь: сентябрь–октябрь 2002 г. 4
- Небесный календарь: ноябрь–декабрь 2002 г. 5
- Небесный календарь: январь–февраль 2003 г. 6
- Соломонов Ю.В. Наблюдение окрестностей ярких звезд 3
- Язев С.А. Обсуждение проблем астрообразования в Иркутске 5

ЭКСПЕДИЦИИ

- Ананичева М.Д., Давидович Н.В.
Ледники над полюсом холода 4

ХРОНИКА СЕЙСМИЧНОСТИ ЗЕМЛИ

- Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С.,
Габсатарова И.П. И платформы
подвержены землетрясениям? 1
Старовойт О.Е., Чепкунас Л.С.,
Габсатарова И.П. Непokoйные
земные глубины... 4

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- Галенко В.И. Создатель космической
гавани 3
Гулютин Д.А. Земля под прицелом 5
Левитан Е.П. Неосуществленная
мечта Эйнштейна 1
Лесков Л.В. История противостояния
в космосе 4
Маркин В.А. Световой “язык”
минералов 2
Юревич В.А. От Арата до Архимеда 3
Юревич В.А. Околоземная астрономия 5

ДОСЬЕ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

- Астров С.А. Таблица запусков
космических аппаратов в 2000 г. 1

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Астрономия

- Адаптивная оптика на ОБТ 3
Быстро ли рождаются планеты? 1
Венера: почему обратное вращение? 3
Газ в шаровых скоплениях 4
Загадочный микроквazar 3
Звездная корона 2
Звезды внутри туманности М16 4
Звезда в тумане 3
Звуки звезд 3
Идет охота на ... юпитеры 5
Инфракрасный портрет М83 4
Измерена цефеида 2

- “Искусственная звезда” – астрономам
подарок 5
Исследование погибающих комет 1
Исследование окрестностей далекой
галактики 4
Как отметили День астрономии
в “Орленке” 1
Как фонтанирует нейтронная звезда 3
Какой толщины лед на Европе 4
Конская голова 4
Космический “фейерверк”
рассказывает... 5
Метеорит с Марса 6
Наблюдения кометы Икейя-Джанга 3
Открыты конкуренты Плутона 2
Открыт путь к изучению эволюции
Вселенной 6
Очередной поток Леонид 3
Пересчитаны опасные астероиды 4
Планета у красного гиганта 4
Пояс астероидов у звезды ξ Зайца 3
Пятое состояние вещества? 4
Разбегание галактик или “усталость”
света? 3
Роль вулканов в жизни Марса 1
Самая быстрая двойная система звезд 4
Самая далекая группа галактик 5
Сатурн в инфракрасном свете 4
Свинцовые звезды 3
Снег и вулканы на Ио 6
Солнце в августе–сентябре 2001 г. 1
Солнце в октябре–ноябре 2001 г. 2
Солнце в декабре 2001 г. – январе 2002 г. 3
Солнце в феврале–марте 2002 г. 4
Солнце в апреле–мае 2002 г. 5
Солнце в июне–июле 2002 г. 6
Суперкомета 1
Телескоп измеряет звезды 2
Фотографируют любители астрономии 6
Что такое планета? 2

Геофизика

- Была ли вода на Марсе? 1
Великие наводнения прошлого 6
Всемирная служба цунами 6
Возможна ли катастрофа в Гималаях? 4
Вулкан-убийца – под контролем 1
Грязевые вулканы на дне
Средиземного моря 3
Древнейшая океаническая кора 1
Дрейф льда меняет направление 1
Жизнь в глубинах Земли 4
За столетие на Земле заметно потеплело 5

Загрязнение атмосферы влияет на осадки	1	Полет КА “Генезис”	1
Климат прошлых тысячелетий	1	Проект коммерческой орбитальной станции	2
Медленное накопление сейсмических напряжений	1	“Розетта” – космический всадник	4
Новый океанографический проект	1	Четвертый ремонт КТХ на орбите	4
Перестройка ложа Индийского океана	3		
Природа тропических ураганов	6	Новые книги	1–6
Проверена теория Миланковича	3		
Солнце и климат	6	Письма в редакцию	
Космонавтика		Леушканов А.В. О кометах, металлах и дейтерии	3
Вторая и третья основные экспедиции на МКС	2	Указатель статей по проблеме поиска внеземных цивилизаций (SETI), опубликованных в журнале “Земля и Вселенная” в 1965–2001 гг.	5
Железная дорога на МКС	4	Указатель статей, опубликованных в журнале “Земля и Вселенная” в 2002 г.	6
“Кассини” приближается к Сатурну	6		
Марсолеты готовятся к полету	5		
Начало работы на орбите Маркса	3		
Подтверждение открытия льда на Марсе	4		

Информация

Великие наводнения прошлого

Еще в 1923 г. американский геолог Дж.Х. Бретц высказал предположение, что необычный и крайне хаотичный рельеф местности Чаннелд-Скэбленд (буквально – “дурные изрезанные земли”) на территории штата Вашингтон образовался под влиянием бурных вод, возникших при таянии древнего ледникового покрова. Непривычная гипотеза встретила вначале почти всеобщее возражение. Однако через 40 лет, уже после того, как были изучены окрестности озера Миссула в штате Монтана, она нашла подтверждение. Около 20 тыс. лет назад ледяная плотина, подпиравшая скопление талых вод, вытекавших из-под Кордильер-

ского ледникового щита, внезапно рухнула, и хлынул мощный водяной поток (Земля и Вселенная, 1999, № 1).

Теперь известно, что южный край Лаврентьевского ледникового щита, покрывавшего всю Канаду и значительную часть США, отступая и подтаивая, эпизодически порождал внезапные наводнения. Вода, поступавшая в океан, воздействовала на циркуляцию морских вод и на климатические условия американского континента.

Еще более разительны свидетельства подобных катастроф в Азии. Красноречивым примером служит верхнее течение реки Обь в Алтайских горах, где отступивший ледник вызвал гигантское наводнение. Следы такого же “потопа” – в истоках Енисея. Установлено, что громадные естественные водосливы соединяли поздние гляциальные озера, затоплявшие бассейны обеих рек.

Теперь также ясно, что гигантские моря-озера Каспийское и Аральское, когда-то гораздо большие по площади и

объему, заполнялись талыми ледниковыми водами и соединялись с Черным, а через него – и со Средиземным морем.

Недавние исследования показали, что и бассейн одной из величайших рек Северной Америки – Колумбии (ее длина более 2 тыс. км) – за последние 1.5–2.5 млн. лет неоднократно подвергался супернаводнениям. На пути к Тихому океану р. Колумбия переносила осадочные породы на расстояние до 2 тыс. км от устья.

Расход воды при подобных событиях исключительно велик: в пиковый период потоки на Алтае и в районе озера Миссула переносят, по последним данным, примерно 20 млн. м³/с, что сравнимо со многими крупными морскими течениями. Ледниковые талые воды проносились со скоростью несколько десятков метров в секунду.

Так что легенда о “всемирном потопе” кажется не такой уж фантастической.

Science, 2002, 295, 5564

Ф.СП-1

АБОНЕМЕНТ **70336**
 (индекс издания)

на газету
 на журнал

Земля и Вселенная Количество комплектов
 (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

			на <u>газету</u> на <u>журнал</u>	70336	(индекс издания)
ПВ	место	литер			

Земля и Вселенная
 (наименование издания)

Стоимость	подписки пере-адресовки	___ руб. ___ коп.	Количество комплектов
		___ руб. ___ коп.	

на ___ год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда _____
 (почтовый индекс) _____ (адрес)

Кому _____
 (фамилия, инициалы)

Дорогие читатели!

Напоминаем, что подписаться на журнал “Земля и Вселенная” вы можете с любого номера по Объединенному каталогу зеленого цвета “Пресса России” (I полугодие 2003 г., с. 213) во всех отделениях связи. Подписной индекс – 70336.

Заведующая редакцией Г.В. Матросова.
Зав. отделом наук о Земле В.А. Маркин.
Зав. отделом космонавтики С.А. Герасютин.

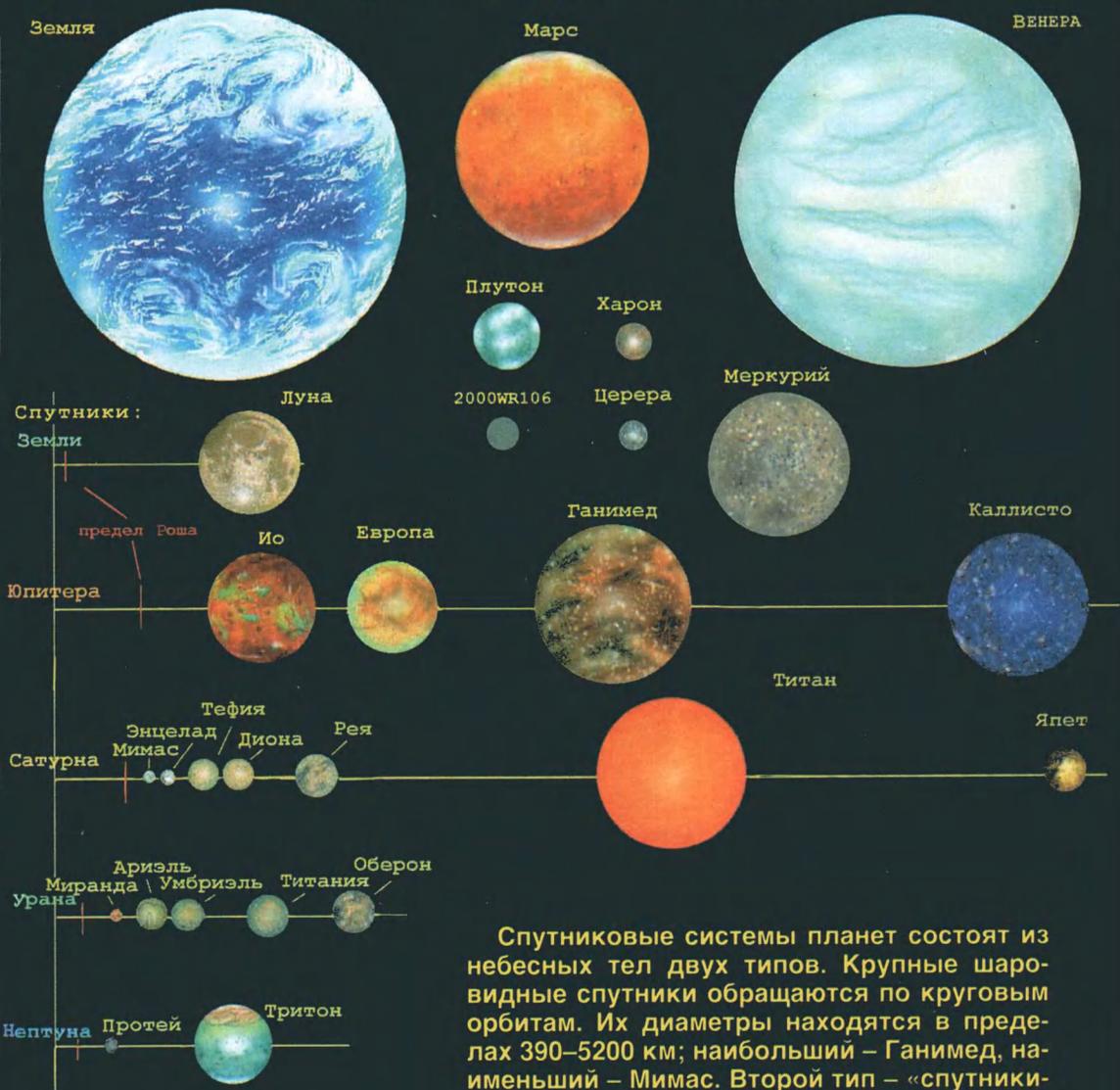
Художественные редакторы О.Н. Никитина, М.С. Вьюшина
Литературный редактор О.Н. Фролова.
Мл. редактор Л.В. Рябцева.
Корректор Н.Г. Хлевина.
Обложку оформила О.Н. Никитина.

Сдано в набор 06.09.2002 Подписано в печать 09.10.2002. Формат бумаги 70×100^{1/16}
Офсетная печать Уч.-изд. л. 12.9 Усл.печ. л. 9.1 Усл.кр.-отг. 7.6 тыс. Бум. л. 3.5
Тираж 829 экз. Заказ № 6646

Свидетельство о регистрации № 2119 от 28.06.91
Учредители: Президиум РАН,
Астрономо-геодезическое общество (АГО) при РАН,
Академиздатцентр “Наука”

Адрес издателя: 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90
Адрес редакции: 119991 Москва, Мароновский пер., 26
Телефоны: 238-42-32, 238-29-66
Отпечатано в ППП “Типография Наука”
121099 Москва, Шубинский пер., 6

Сравнительные размеры планет земной группы и крупных спутников



Спутниковые системы планет состоят из небесных тел двух типов. Крупные шаровидные спутники обращаются по круговым орбитам. Их диаметры находятся в пределах 390–5200 км; наибольший – Ганимед, наименьший – Мимас. Второй тип – «спутники-астероиды», эти тела с диаметрами меньше 390 км имеют несферическую форму.

На схеме показаны система Земля–Луна, подобные им Венера и Меркурий, а также система Плутон–Харон.

Луна по размерам сходна с галилеевыми спутниками Юпитера, больше Плутона и больше всех спутников Урана, вместе взятых. Внутренние шаровидные спутники Сатурна по размерам подобны спутникам Урана. Самый большой из них – Титан (он, как и наибольший спутник Нептуна Тритон, обладает атмосферой). Расстояние до Япета на схеме уменьшено вдвое. В схему также входит наибольший объект из пояса астероидов – Церера, из пояса Койпера – 2000WR106.

Компьютерный рисунок С.В. Птицына, 2001.



“Наука”
Индекс 70336