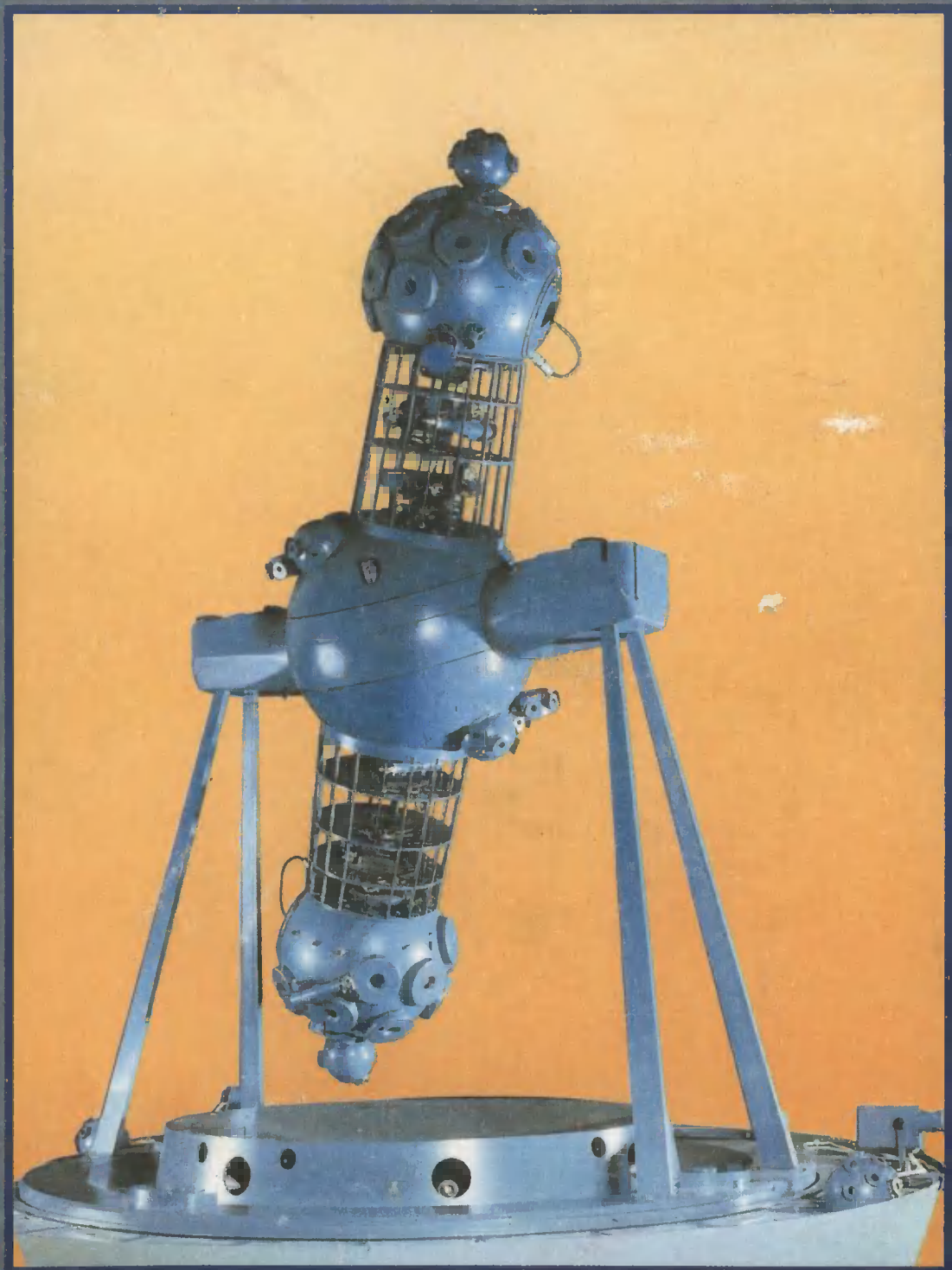


ПРИРОДА

2000 12



Главный редактор академик **А.Ф.АНДРЕЕВ**

Первый заместитель главного редактора
доктор физико-математических наук **А.В.БЯЛКО**

Заместители главного редактора:

доктор физико-математических наук **А.А.КОМАР** (физика),

доктор биологических наук **А.К.СКВОРЦОВ** (биология),

доктор геолого-минералогических наук **А.А.ЯРОШЕВСКИЙ** (науки о Земле)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Доктор геолого-минералогических наук **С.В.АПЛОНОВ** (геофизика),
О.О.АСТАХОВА (редактор отдела биологии и медицины), доктор геолого-
минералогических наук **А.Т.БАЗИЛЕВСКИЙ** (планетология), доктор геолого-
минералогических наук **И.А.БАСОВ** (геология), кандидат химических наук
Л.П.БЕЛЯНОВА (редактор отдела экологии и химии), кандидат технических
наук **В.П.БОРИСОВ** (история науки), член-корреспондент РАН
В.Б.БРАГИНСКИЙ (физика), доктор физико-математических наук
А.Н.ВАСИЛЬЕВ (физика), доктор географических наук **А.А.ВЕЛИЧКО**
(география), академик **М.Е.ВИНОГРАДОВ** (биоокеанология), академик РАН
А.И.ВОРОБЬЕВ (медицина), член-корреспондент РАН **С.С.ГЕРШТЕЙН**
(физика), доктор биологических наук **А.М.ГИЛЯРОВ** (экология), академик
Г.С.ГОЛИЦЫН (физика атмосферы), кандидат физико-математических наук
Ю.К.ДЖИКАЕВ (ответственный секретарь), академик **Г.В.ДОБРОВОЛЬСКИЙ**
(почвоведение), академик **А.М.ДЫХНЕ** (физика), академик **Г.А.ЗАВАРЗИН**
(микробиология), академик **Ю.А.ЗОЛОТОВ** (химия), **М.Ю.ЗУБРЕВА** (редактор
отдела географии и океанологии), академик РАН **В.И.ИВАНОВ** (генетика),
академик **В.Т.ИВАНОВ** (биоорганическая химия), академик **В.А.КАБАНОВ**
(химия), член-корреспондент РАН **М.В.КОВАЛЬЧУК** (физика),
Г.В.КОРОТКЕВИЧ (редактор отдела научной информации), академик
Н.П.ЛАВЕРОВ (геология), член-корреспондент РАН **В.В.МАЛАХОВ** (зоология),
доктор биологических наук **К.Н.НЕСИС** (биология), член-корреспондент РАН
Л.В.РОЗЕНШТРАУХ (физиология), **П.Е.РУБИНИН** (история науки), член-
корреспондент РАН **А.Н.САХАРОВ** (история), академик **В.П.СКУЛАЧЕВ**
(биохимия), кандидат физико-математических наук **К.Л.СОРОКИНА** (редактор
отдела физики и математики), член-корреспондент РАН **Н.П.ТАРАСОВА**
(физическая химия), **Н.В.УЛЬЯНОВА** (редактор отдела геологии, геофизики и
геохимии), **Н.В.УСПЕНСКАЯ** (редактор отдела истории естествознания и
публицистики), академик **Л.Д.ФАДДЕЕВ** (математика), член-корреспондент РАН
М.А.ФЕДОНКИН (палеонтология), доктор биологических наук **С.Э.ШНОЛЬ**
(биофизика), **О.И.ШУТОВА** (редактор отдела охраны природы), член-
корреспондент РАН **А.М.ЧЕРЕПАЩУК** (астрономия, астрофизика).

НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Планетарий, демонстрирующий космические полеты, — модель «RFP DP3 Spacemaster». Одна из последних разработок предприятия «Карл Цейс Йена».

См. в номере: **Сурдин В.Г.** *Планетарий на грани веков.*

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Череп бизона, обнаруженный на раскопках стоянки Быки-1 недалеко от Курской АЭС.

См. в номере: **Чубур А.А.** *Палеолитические лучники с берегов Сейма.*

Фото автора



В НОМЕРЕ:**3 Брагинский В.Б.**

Об экономической политике, науке и высшем образовании

6 Бялко А.В., Гамбургцев А.Г.**Статистика погоды**

Многие полагают, что погодные аномалии должны отражать, помимо прочего, и 11-летний цикл солнечной активности. А что говорит на этот счет статистика?

Лекторий**11 Звездин А.К.****Магнитные молекулы и квантовая механика**

Разнообразие свойств магнитных нанокластеров делает эти объекты особенно привлекательными для технологии получения новых материалов, конструирования приборов и квантовой информатики.

Калейдоскоп**19**

Атлантида Северного моря (19). — «Метанная революция» в жизни Земли (19). — Парадоксы ледников тропического пояса Земли (20). — Трехмерные карты океанского дна (20). — Дискуссия вокруг ветхозаветной хронологии (20). — Поведение летучих мышей в Заполярье (21). — Крокодилы в Сахаре (22). — Лес, захороненный 10 тысяч лет назад (22). — Дымка над Китаем (22). — Вулкан Майон — тревога пятого уровня (36). — Сохранены реликвии полярных исследователей (57).

Заметки и наблюдения**23 Виноградов Г.М.****Морские бочары**

Газриленко Г.М.

Вулкан Мутновский проснулся (41)**Научные сообщения****26 Ширшов Л.С.****Школа по прикладной свержиrowодимости на исходе века****28 Корнюшкин А.В.****Пресноводные двустворчатые моллюски, или****Происхождение фауны Австралии**

Изучение трансконтинентальных родственных связей пресноводных моллюсков (шаровок и горошинок) помогает решить вопрос о происхождении животного мира далекого континента.

37 Чубур А.А.**Палеолитические лучинки с берегов Сейма****44 Сурдин В.Г.****Планетарий на грани веков**

Большинство современных планетариев показывают картину неба при наблюдении из любой точки на Земле и в любую эпоху. Но самые «продвинутые» могут значительно больше.

Отражения**52 Фильштейн М.Я.****«Мне с годами все ближе природа»****54 Ваганов Е.А., Наурызбаев М.М.,**

Хьюс М.К.

Свидетели средневекового потепления климата**Наследие****58****НАУКА НЕ ИМЕЕТ ГРАНИЦ**

К 100-летию со дня рождения

Ф.Г.Добржанского

Из дневника Ф.Г.Добржанского (59)

Его родословная. Богданов Н.Н. (65)

Возвращение**68 Борисов В.П.****Карьера Джорджа Кистяковского в Гарварде, Лос-Аламосе и Велом дею**

Много ли мы знаем о Георгии Богдановиче Кистяковском, специальном помощнике по науке Дуайта Эйзенхауэра, удостоенном высших научных американских наград?

Новости науки**75**

Ядерная энергетика в 1999 году (75). — Вторая жизнь радиогалактики (75). — Мы живем в антропоцене? (76). — Алмазы из нижней мантии (76). — Извержение вулкана или война? (77). — Национальные парки США на пороге перемен (77). — «Всемирный потоп» в Юго-Восточной Азии (78). — Уникальный храмовый комплекс Древнего Египта (78). — Древние скандинавы в американском Заполярье (79).

Рецензии**80 Гиляров А.М.****Колодки математической экологии****Новые книги****83****В конце номера****85****Афоризмы****87****Тематический и авторский указатели журнала «Природа» за 2000 год**

CONTENTS:

3 **Braginsky V.B.**
On Economic Policy, Science, and Higher Education

6 **Byalko A.V. and Gamburtsev A.G.**
Weather Statistics
Many scientists believe that weather anomalies should reflect the 11-year solar cycle among other things. What does statistics say about it?

Lectures

11 **Zvezdin A.K.**
Magnetic Molecules and Quantum Mechanics
The diversity in the properties of magnetic nanoclusters makes them particularly attractive for new materials technology, instrument design, and quantum informatics.

Kaleidoscope

19
 Atlantis of the Northern Sea (19). — Methane Revolution in Terrestrial Life (19). — Paradoxes of Glaciers of the Earth's Tropical Zone (20). — 3-D Maps of the Ocean Floor (20). — Debate on Old Testament Chronology (20). — The Behavior of Bats North of the Arctic Circle (21). — Crocodiles in the Sahara (22). — A Forest Buried 10 000 Years Ago (22). — Haze Over China (22). — Mayon Volcano: Fifth-Level Alarm (36). — Possessions of Famous Polar Investigators Preserved (57).

Notes and Observations

23 **Vinogradov G.M.**
Marine Coopers
Gavrilenko G.M.
Mutnovsky Volcano Awakened (41)

Scientific Communications

26 **Shirshov I.S.**
Applied Superconductivity School at the Close of the Century

28 **Korniushin A.V.**
Freshwater Bivalve Mollusks, or The Origin of Australian Fauna
Research on transcontinental relationships between freshwater mollusks, particularly fingernail clams, provides clues to the origin of animals on the faraway continent.

37 **Chubur A.A.**
Paleolithic Archers from the Banks of the Selma River

44 **Surdin V.G.**
Planetarium at the Turn of the Century
Most of the modern planetariums show the image of the sky observed from any point on the Earth and in any epoch. Yet the most advanced ones can do much more...

Reflections

52 **Filstein M.Ya.**
«Nature Is Closer and Closer to Me as the Years Go by»

54 **Vaganov E.A., Naurzbaev M.M., and Hughes M.K.**
Witnesses of the Medieval Global Warming

Legacy

58
SCIENCE HAS NO FRONTIERS
 On the 100th Anniversary of the Birth of Theodore G. Dobzhansky From Dobzhansky's Diary (59) His Genealogy. **Bogdanov N.N. (65)**

Comeback

68 **Borisov V.P.**
George Kistiakowsky's Career at Harvard, at Los Alamos, and in the White House
Do we know much about Georgi Bogdanovich Kistiakowsky, special assistant to President Dwight Eisenhower for science affairs, the winner of many American awards?

Science News

75
 Nuclear Power in 1999 (75). — Second Life of the Radio Galaxy (75). — Do We Live in the Anthropocene? (76). — Diamonds from the Lower Mantle (76). — Volcanic Eruption or War? (77). — US National Parks in Anticipation of Changes (77). — The Deluge in Southeast Asia (78). — The Unique Temple Complex of Ancient Egypt (78). — Ancient Scandinavians in Arctic America (79).

Book Reviews

80 **Gilyarov A.M.**
The Fetters of Mathematical Ecology

New Books

83

End of Issue

85
Aphorisms

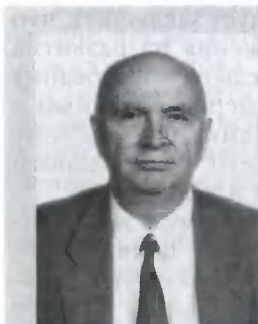
87
Subject and Author Indexes to the 2000 Issues of Priroda

Об экономической политике, науке и высшем образовании

В.Б.Брагинский

Предлагаемые вниманию читателя заметки посвящены общенациональной проблеме — бедственному положению науки и высшего образования в России. Для того чтобы оценить состояние дел в нашей стране и попытаться определить возможные пути решения этой проблемы, я посчитал разумным привести несколько цифр, которые характеризуют отношение федерального правительства и истеблишмента США к науке и высшему образованию в их собственной стране¹.

Научный работник в Соединенных Штатах может получить грант на свои исследования из различных частей федерального бюджета; общая сумма выделяемых грантов составляет 85.3 млрд долл. в год, или 4.6% от этого бюджета. Американские физики (это и моя специальность) получают гранты из таких федеральных ведомств, как Национальный научный фонд, Министерство торговли (институты стандартов), Министерство энергетики, Национальное



Владимир Борисович Брагинский, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, профессор Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Область научных интересов — прецизионные и квантовые измерения. Член редколлегии журнала «Природа».

¹ См. также: Бюджет американской науки на 2000 г. // Природа. 2000. №9. С.81; Лучшее всего молодым ученым живет в Великобритании // Там же. 1999. №6. С.105.

агентство по авиации и космическим исследованиям, Министерство обороны (из общего оборонного бюджета в 292 млрд долл. этим министерством выделено на научные разработки 36.8 млрд). Суммарный объем средств, отпущенных на фундаментальные и прикладные исследования только этими ведомствами, превышает 50 млрд долл. (Physics Today. 1999, December; 2000, April).

Американские частные компании расходуют на свои исследовательские цели около 200 млрд долл. в год. Здесь уместно отметить, что из 60 физиков, удостоенных Нобелевской премии за последние 30 лет, девять (!) сделали свои открытия в лабораториях, принадлежащих частным американским компаниям.

Кроме названных источников финансирования есть еще один: пожертвования частных лиц на развитие науки и высшего образования. К сожалению, в моем распоряжении нет полных данных о величине таких пожертвований в целом по США. Значительная их доля достается элитным частным университетам. В одном из таких относительно небольших университетов (300 профессоров и 2000 студентов и аспирантов), который я хорошо знаю, годовой бюджет несколько превышает 300 млн долл. Из этой суммы около половины составляют гранты, «добываемые» профессорами, примерно 35% — частные пожертвования (!) и лишь 11% — плата за обучение, взимаемая со студентов и аспирантов, которые к тому же весьма часто получают финансовую помощь от других фондов, дающих деньги на высшее образование. Отмечу, что в этом небольшом университете 27 нобелевских лауреатов состояли (либо состоят) профессорами или были его воспитанниками. Для сравнения напомним, что Нобелевские премии за

всю их столетнюю историю были присуждены лишь десяти российским ученым.

В США всего около 3000 университетов и колледжей, как принадлежащих администрациям штатов, так и частных. По моим приближенным оценкам, общая сумма пожертвований от частных лиц, фондов и компаний составляет не менее 10 млрд долл. в год. Если теперь к этим 10 млрд прибавить 83.5 млрд, выделяемых из федерального бюджета США на прикладные и фундаментальные исследования, да около 200 млрд, составляющих расходы частных компаний на свои лаборатории, то следует заключить, что общие вложения на развитие науки и высшего образования в США примерно сравнимы с их расходами на оборону (16% от всего федерального бюджета в 1.8 трлн долл.).

Примерно такое же отношение к науке и высшему образованию и в развитых странах Западной Европы. Бюджет Общества им. М.Планка (Германская АН) составляет около 1 млрд долл., т.е. примерно в пять раз больше, чем у Российской АН. Между тем по численности сотрудников Российская академия в четыре раза больше Германской, бюджет которой составляет лишь 1% от всех расходов на науку и высшее образование в Германии.

В высокоразвитых странах неизмеримо выше и социальный статус научных работников и преподавателей университетов. В США молодой научный сотрудник, только что получивший научную степень, равноценную нашей кандидатской (PhD), имеет зарплату, примерно равную доходу средней американской семьи (32 тыс. долл. в год на четырех членов). Зарплата обычного профессора в три-четыре раза больше и примерно равна зарплате члена Конгресса США. Профессор же, имеющий меж-

дународное признание, получает еще в несколько раз больше.

Такое отношение к науке и образованию в странах с высокоразвитой экономикой и высоким стандартом жизни закономерно. Истеблишмент и все ветви власти таких стран считают неоспоримым тот факт, что научные исследования и открытия — это предтеча и основа наукоемких технологий, обеспечивающих высокую производительность, экономическое процветание, а следовательно, — достойный уровень жизни и социальную защищенность.

Бездственное состояние высшего образования и науки в России хорошо известно. «Реформы» прошедшего десятилетия привели к тому, что зарплата младших научных сотрудников и младших преподавателей университетов соответствует лишь уровню физиологического выживания, если им или их научным руководителям не удалось выиграть грант одного из фондов западных стран. Издание книг по естественным наукам (монографий, университетских учебников) практически прекратилось. Эффективно работающих ученых, например по моей специальности, осталось около 15% от того числа, которое насчитывалось 10 лет назад. И что весьма существенно: экспериментаторам приходится выбирать такие проблемы, решение которых требует минимума современного научного оборудования. Теоретикам, правда, значительно легче: они могут позволить себе решать проблемы, по их внутреннему убеждению, действительно важные.

Самое трагичное для государства состоит в том, что выпускники высших учебных заведений *не хотят* работать в университетах и научных институтах. По оценке ректора МГУ академика В.А.Садовниче-

го, только 5% выпускников этого главного вуза страны согласились бы в нем остаться работать (до перестройки их было почти 100%). А ведь благодаря стараниям ректора это один из наиболее благополучных университетов России. Понять выпускников МГУ можно: профессорская зарплата — всего около 100 долл. в месяц, на которые он мог бы приобрести четверть квадратного метра жилья в престижном районе (10 лет назад — около двух квадратных метров).

Сохранившийся на физическом факультете МГУ конкурс (около четырех заявлений на одно место) объясняется очень просто: мечта многих абитуриентов — получить неплохое и бесплатное образование «здесь», а работать «там». Какой точно процент молодых кандидатов физико-математических наук уезжает надолго или навсегда из России (а согласно Бюллетеню ВАК, в год все университеты страны выпускают их около 500 человек), мне узнать не удалось. Однако по моему личному опыту, это 30%. Я опросил нескольких моих коллег из Отделения общей физики и астрономии РАН. Они согласились с этой оценкой.

Таким образом, к 1200 физиков со степенью PhD, выпускаемых университетами США, ежегодно добавляется еще 150—170 наших кандидатов наук. Не могу не отметить, что подготовка «остепененного» физика в элитном университете США обходится в сумму не менее 1 млн долл.

С горечью я должен признать, что качество высшего образования в области естественных наук в России снижа-

ется. Это в первую очередь относится к моей специальности — физике. Причины очевидны: старение кадров преподавателей; выход из строя приборов в практикумах при невозможности заменить их на современные; фактически полное прекращение выпуска обновленных учебников.

Если в ближайшие годы не будут приняты радикальные меры, то лет через десять исполнительная власть (если, конечно, она спохватится) окажется перед необходимостью следовать примеру Петра Алексеевича Романова: посылать «за наукой недорослей за границу».

Какие радикальные меры можно предложить сейчас, не дожидаясь, пока экономика России оправится после «реформ»? При нынешнем и планируемом бюджете РФ, особенно при введении равного 13%-го налога, существенного резерва в нем, по-видимому, нет. Не могу не отметить, что у моих коллег из США и Западной Европы вызывает недоумение цифра 13%: в США высшая налоговая ставка на личные доходы составляет 49%, и это, не считая налога на недвижимость и налогов при покупках в магазинах.

Выходы из критического положения все же есть. Например, можно рекомендовать исполнительной власти издать указ (до его превращения Госдумой в закон) о введении нормального налога на недвижимость: 1% (как в США) или 1.6% (как в Швеции) от рыночной стоимости здания в год. Простое перемножение показывает, что сумма такого налога только со 100 тыс. личных домов, построенных в широко извест-

ной части Одинцовского и близлежащих к нему районов Московской обл., будучи переданной РАН, увеличит ее бюджет по крайней мере в пять раз! Частью этих средств РАН могла бы поделиться с несколькими ведущими университетами России. Должен сознаться, что это предложение не оригинально: несколько лет назад Датская Королевская академия сочла, что она отстает в области теоретической астрофизики, и в соответствии с ее просьбой датский парламент издал закон, по которому налоги от одной частной страховой компании (около 1.5 млн долл. в год) должны поступать в Академию на содержание Теоретического астрофизического центра, в котором сейчас с несомненным успехом работают 25 исследователей (кстати, четверть из них — россияне).

Еще одно предложение: обложить налогом все покупки развлекательной литературы (например, как в штате Калифорния, — 8% от продажной стоимости) и направить эти средства исключительно на гранты, выделяемые для написания и издания университетских учебников по естественнонаучным дисциплинам. Еще более высоким налогом я позволил бы облагать псевдонаучную литературу, посвященную оккультизму, вампиризму, паранормальным явлениям, астрологии и т.п.

У меня нет сомнений, что мои коллеги по РАН — специалисты в области экономики — смогут предложить и более эффективные способы получения средств для спасения российской науки и высшего образования. ■

Статистика погоды

А.В.Бялко,

доктор физико-математических наук
Институт теоретической физики РАН

А.Г.Гамбургцев,

доктор геолого-минералогических наук
Объединенный институт физики Земли РАН

Стремление узнать, чего ждать от погоды, понятно, ведь многое в жизни зависит от нее. К сожалению, многовековой опыт народных примет и десятилетия научных предсказаний показывают: прогноз более чем на неделю ненадежен.

Что же порождает эту неопределенность?

Солнечные лучи поглощаются главным образом не атмосферой, а океаном и сушей. Нагрев земной поверхности вызывает конвекцию: восходящие потоки теплого воздуха замещаются нисходящими потоками холодного. При конденсации паров воды в восходящих потоках возникает облачность. Из-за вращения планеты на движущиеся воздушные массы действуют силы Кориолиса. В Северном полушарии они закручивают восходящие потоки против часовой стрелки, образуя циклоны, а нисходящие потоки (антициклоны) — по часовой. Направления вращения в Южном полушарии обратные. Конвекция охватывает всю земную тропосферу, на ее верхней границе часть тепловой энергии уходит в космос в виде инфракрасного излучения с максимумом на миллиметровых дли-

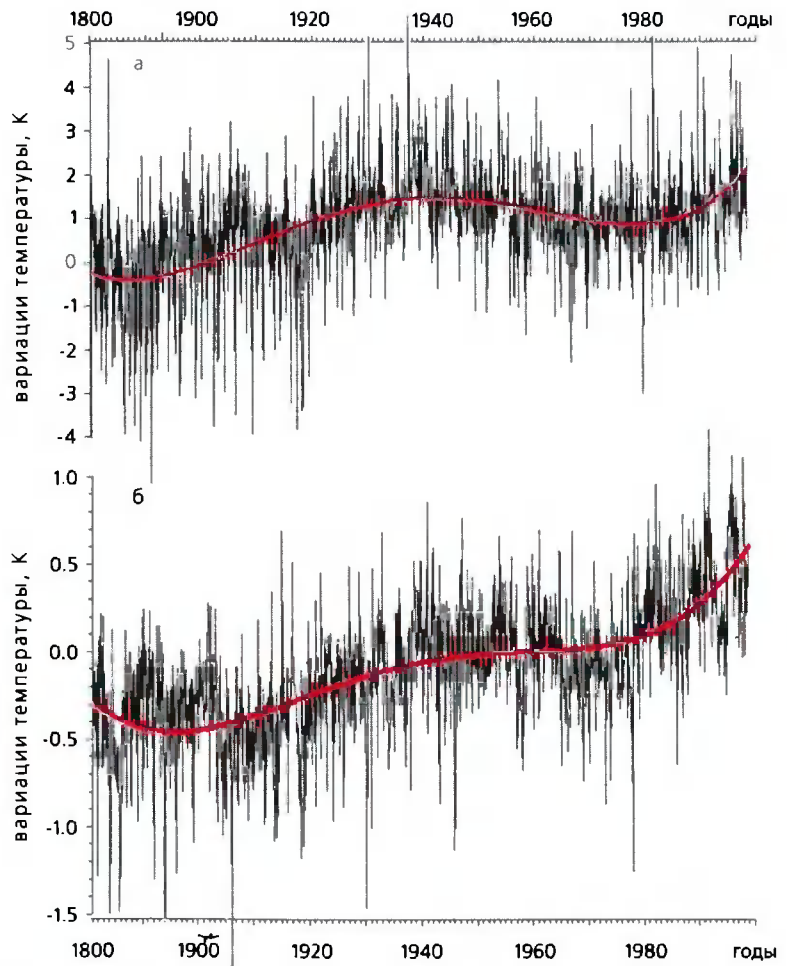


Рис. 1. Отклонения среднемесячных температур от климатически средних значений в умеренном (44.4–64.2°с.ш., а) и тропическом (0–23.6°с.ш., б) широтных поясах Северного полушария. Цветные кривые — аппроксимации полиномами четвертой степени.

нах волн. Высота, на которой атмосфера становится прозрачной для теплового излучения (иными словами, толщина тропосферы), меняется от 4 км около полюсов до 12 км у экватора. Конкретные значения зависят от влажности (концентрации водяных паров), а также от содержания других газов, поглощающих инфракрасное излучение, в первую очередь диоксида углерода и метана.

Вертикальный поток энергии, существующий повсеместно, дополняется более медленным переносом тепла от тропиков к полюсам, поскольку на экваторе освещенность

планеты солнечными лучами максимальна. На каждой широте планеты она регулярно изменяется с годичным периодом. Вслед за ней меняется и погода.

Погода определяется многими параметрами (давлением и влажностью воздуха, скоростью и направлением ветра, состоянием облачности), но важнейший из них — температура земной поверхности. Она надежно измеряется уже более столетия по всей планете.

Средняя, по многолетним данным, температура для каждого времени года — довольно

устойчивая характеристика климата. Годовой ход средней температуры примерно на месяц отстает по фазе от синусоиды освещенности вследствие тепловой инерции суши и океана.

Далее, отвлекаясь от этих регулярных сезонных изменений температуры, мы проанализируем характер их отклонений от средних значений, иначе говоря — погодные флуктуации температуры относительно ее климатического среднего. Статистическая обработка температурных вариаций преподносит немало сюрпризов.

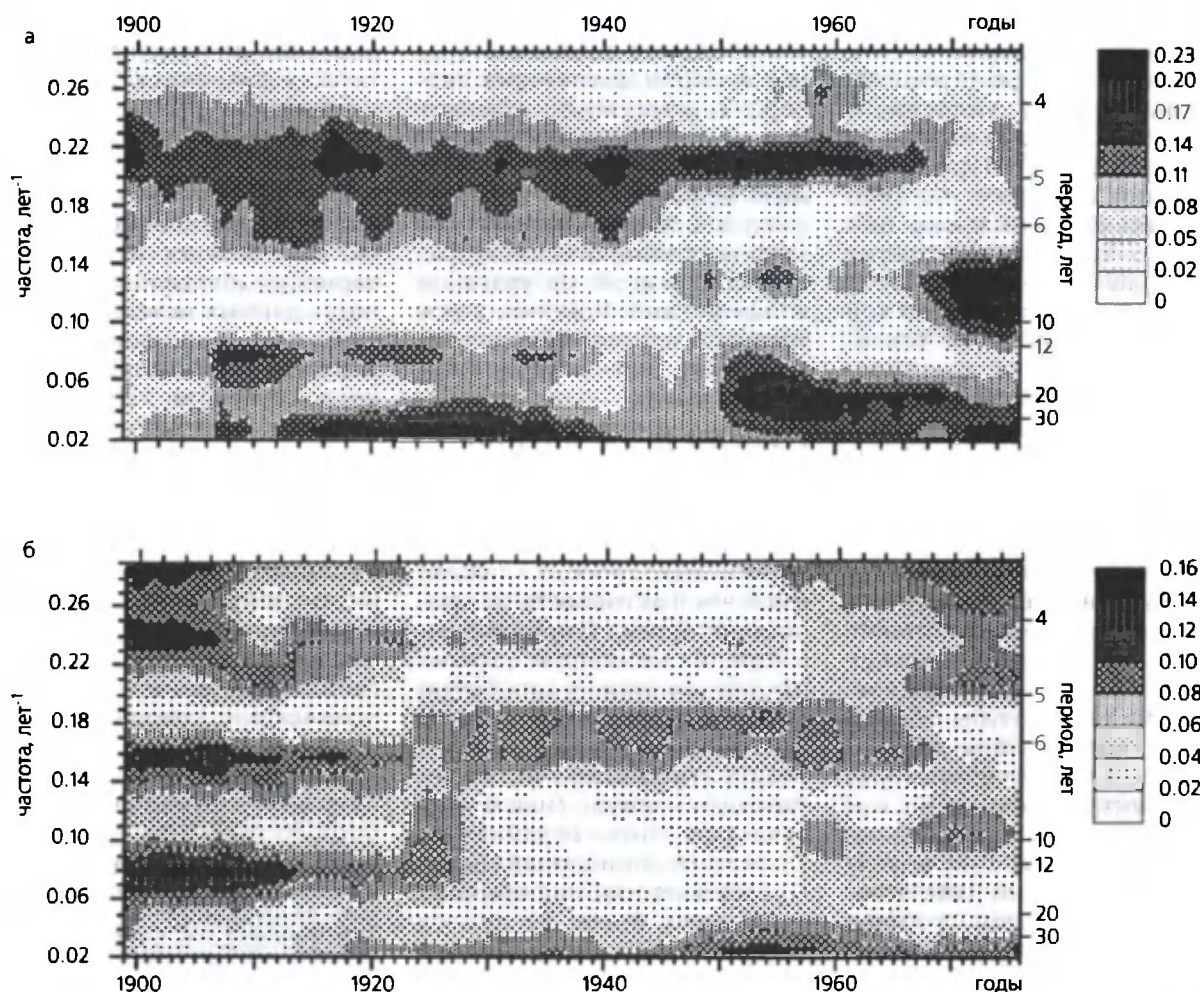


Рис.2. Спектрально-временные диаграммы (СВАН-диаграммы) рядов температурных отклонений для умеренного (а) и тропического (б) широтных поясов Северного полушария. Тональная шкала задает амплитуды спектральных гармоник. Наиболее заметные квазипериодические вариации температур, проявляющиеся во всем интервале наблюдений, отвечают периодам от 5 до 7 лет. Эти колебания есть отклики климатической системы планеты на эффект Эль-Ниньо — Южная осцилляция.

Ряды среднемесячных температур

Сбор и уточнение данных по среднемесячным температурам земной поверхности, как текущим, так и полученным ранее, проводит Институт космических исследований им. Годдарда (Goddard Institute of Space Science, США), регулярно обновляя сведения на своем сайте в Интернете www.GISSTEMP.data. Недавно на этом сайте появились подробные данные по среднемесячным температурным отклонениям от сезонного климатического хода для восьми широтных поясов — по четыре для Северного и Южного полушарий: тропического 0—23.6°, субтропического 23.6—44.4°, умеренного 44.4—64.2° и полярного 64.2—90°. Ряды температурных отклонений начинаются с 1880 г. для всех поясов, кроме южного полярного, там измерения стали проводиться с 1903 г. Климатический годовой ход температуры получен усреднением наиболее достоверных данных последних 50 лет и в представленных рядах вычтен из текущих значений.

Графики, построенные по этим данным, качественно близки для всех широтных зон, поэтому мы ограничимся иллюстрацией температурных вариаций только в двух поясах Северного полушария (рис. 1). Так, легко заметить общее возрастание температуры в конце 20-го столетия. Этот широко известный факт связан скорее всего с антропогенным ростом концентрации диоксида углерода в атмосфере. В количественном отношении даже невооруженным глазом хорошо просматривается существенное нарастание флуктуаций по мере перехода от экваториальных областей к полярным. Это обстоятельство нетрудно понять: поскольку потоки тепла в атмосфере и океане направлены от тропиков к полюсам,

в этих же направлениях возрастают и вариации температур. Однако количественное сравнение дисперсий этих отклонений было бы не совсем правомерно, так как данные для разных поясов получены усреднением по районам с разной плотностью метеостанций. Кроме того, и площади этих поясов различны (они соотносятся как 4:3:2:1). Если же обратиться к временному ходу дисперсии (рассчитывая ее, например, методом бегущего среднего), то окажется, что она имеет минимум в середине XX в. Однако ценность этого заключения не велика: с начала века число метеостанций стало быстро возрастать, обеспечивая все более представительные выборки, для которых дисперсия естественно убывает. Все же прирост амплитуды погодных флуктуаций в последнюю четверть XX в. не артефакт, и, наверное, каждый согласится с этим, отмечая возрастающий ущерб от ураганов и наводнений. Конечно, здесь требуется научное объяснение.

Погода и 11-летний солнечный цикл

Температурные данные позволяют кое-что прояснить в важном вопросе о влиянии солнечной активности на тропосферу Земли. Как известно, возвращая на этот счет весьма противоречивы (особенно в нашей стране). Поэтому мы поставили задачу проанализировать эти данные с целью установить наличие (или отсутствие) в них отклика на 11-летний солнечный цикл. Представленная информация охватывает более 10 циклов активности Солнца, и этого вполне достаточно для уверенного ответа на сформулированный вопрос. Поскольку существует мнение, что воздействие солнечной активности может нерегулярно меняться от цикла к циклу и про-

являться выборочно в отдельных климатических поясах, мы избрали для изучения проблемы метод спектрально-временного анализа (СВАН).

В этом методе спектры вариаций вычисляются на скользящих временных отрезках и изображаются в виде СВАН-диаграмм¹. Продолжительность скользящего отрезка в нашем случае была выбрана равной трети полного периода, т.е. составила 40 лет. По этой причине СВАН-диаграммы охватывают временной отрезок от 1900 до 1978 г.

Полностью результаты анализа будут опубликованы в 3-м томе указанного в сноске Атласа, здесь же отметим наиболее интересные результаты, касающиеся гармоник с периодами от 3 до 30 лет.

В спектрах гармоник с периодами около 11 лет выявляются только в вариациях температуры земной поверхности, отвечающих начальному периоду наблюдений, где точность данных невелика. Более того, максимум спектральной плотности соответствует там периоду 12, а не 11 лет. А вот цикличность в 5—7 лет в вариациях приземной температуры (а значит, и погоды) видна на всех СВАН-диаграммах, но с разной интенсивностью в разные отрезки времени для разных широтных поясов. Эти гармоник погодных вариаций явно соответствуют колебаниям Эль-Ниньо — Южной осцилляции, которые в свою

¹ Спектр вариаций есть набор амплитуд гармонических составляющих, которые получают спектральным разложением флуктуирующей величины на конкретном временном отрезке (окне). Периоды гармоник (или обратные им величины — частоты) на СВАН-диаграммах откладывают на вертикальной оси; время, отвечающее середине окна, — на горизонтальной. Глубина тона (степень зачерненности) отвечает соответствующей амплитуде. Построенные квазитрехмерные картины носят название СВАН-диаграмм; сам метод уже использовался для анализа многих временных рядов. (См., напр.: Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов: В 2 т. М., 1994; То же. 2-е изд. 1998.)

очередь физически связаны с чандлеровскими колебаниями земной оси².

По-видимому, и отмеченный 12-летний период возникает как удвоенный 6-летний период Эль-Ниньо. Таким образом, мы приходим к выводу, что 11-летний цикл солнечной активности, безусловно влияющий на верхние слои атмосферы, фактически не воздействует на климатические и погодные явления земной тропосферы.

Распределение погодных флуктуаций

Данных по температурным вариациям также достаточно, чтобы с хорошим разрешением построить гистограммы, показывающие, как часто в том или ином климатическом поясе температура отклонялась от средне-климатической на заданную величину. Так мы получим оценку функции распределения температурных флуктуаций (рис. 3). В силу значительной симметрии данных по Северному и Южному полушариям можно пользоваться объединенной статистикой. Точность полученных гистограмм, естественно, падает с ростом температурного отклонения, приводя к заметному разбросу на крыльях этих графиков. Для удобства сравнения гистограммы были нормированы. В этом виде они представляют плотности вероятности, иначе называемые функциями распределения. Все они оказались почти симметричными (что априори не было очевидно). Но самый интересный факт — их отличие от нормальных (гауссовских) распределений,

которым, как известно, отвечает функция

$$f_N(x) = (2\pi\sigma^2)^{-1/2} \exp(-x^2/2\sigma^2).$$

На наших гистограммах при больших значениях отклонений логарифм функции распределения спадает не квадратично, а почти линейно. Наиболее простая аналитическая функция, описывающая такое поведение и нормированная на единицу, есть

$$f_c(x) = \alpha/\pi \operatorname{ch}(\alpha x).$$

Стандартное отклонение для такого распределения $\sigma = (\langle x^2 \rangle)^{1/2} = \pi/2\alpha = 1.57/\alpha$. Аппроксимации гистограмм функциями $f_c(x)$ с разными значениями параметра α показаны на рис. 3 цветными линиями.

Отличие распределений температуры от нормальных вызывает некоторое недоумение. Согласно центральной предельной теореме теории вероятностей, сумма большого числа независимых случайных данных должна подчиняться гауссовскому закону. Ведь именно так и проводится усреднение температур по дням внутри месяцев и по площадям внутри широтных поясов. Однако надо помнить, что упомянутая теорема применима к сумме независимых величин, каждая из которых имеет конечную дисперсию. В нашем случае, по-видимому, это не совсем так: вариации температур на каждой отдельно взятой метеостанции велики, а данные близко расположенных станций сильно скоррелированы, поэтому их вряд ли можно считать независимыми.

Конвекция лабораторная и атмосферная

Отметим, что сходный характер обнаруживается в распределении флуктуаций тем-

пературы при конвекции, изучаемой лабораторно. Напомним, что режим свободной конвекции в гидро- и газодинамике определяется значениями двух безразмерных критериев теории подобия: числа Релея

$$Ra = gb^4G\beta/\nu\chi$$

и числа Нуссельта

$$Nu = q/\kappa G.$$

Здесь мы примем для оценок следующие значения: $g = 9.8 \text{ м/с}^2$ — ускорение силы тяжести; $b = 8 \text{ км}$ — высота тропосферы; $T = 300 \text{ К}$ — характеристическая температура; $G = dT/dz = 6.7 \text{ К/км}$ — температурный градиент; $\beta = 1/T = 3.3 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$ — коэффициент теплового расширения воздуха; $\nu = 1.5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ — кинематическая вязкость; $\chi = 1.8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ — температуропроводность; $\kappa = 0.026 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ — теплопроводность и $q = 1300 \text{ Вт/м}^2$ — поток солнечной энергии. Данные соответствуют параметрам земной атмосферы; оценка чисел Релея и Нуссельта по порядку величины дает очень большие значения: $Ra = 3 \cdot 10^{21}$; $Nu = 4 \cdot 10^6$.

Интенсивная турбулентная конвекция, протекающая при таких больших числах Релея и Нуссельта, в последнее время привлекает пристальное внимание теоретиков и экспериментаторов. Характер конвекции, иначе — собственно процесс тепло- и массопереноса, описывается законом: $Nu = f(Ra)$. В одной из последних работ³ была получена экспериментальная связь между этими числами при исследовании конвекции гелия в лабораторной установке в широком диапазоне изменений $Ra = 10^6 - 10^{17}$:

$$Nu = 0.124 Ra^{0.109}.$$

³ Niemela J.J., Skrbek L., Sreenivasan K.R., Donnelly R.J. // Nature. 2000. V.404. №6780. P.837–840.

² Сидоренков Н.С. Влияние Южного колебания Эль-Ниньо на возбуждение чандлеровского движения полюса // Астрон. журн. 1997. Т.74. №5. С.92–95; Он же. Межвековые колебания системы атмосфера—океан—Земля // Природа. 1999. №7. С.26–34.

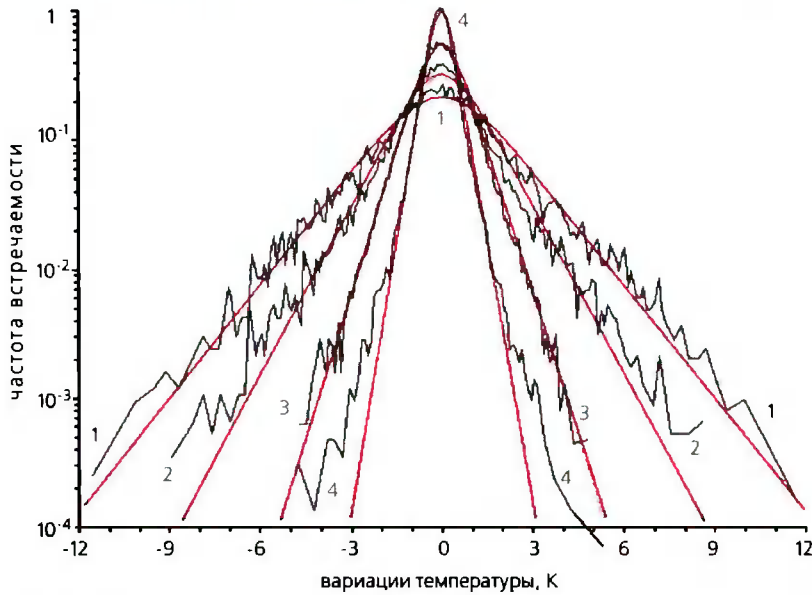


Рис.3. Нормированные гистограммы температурных вариаций для разных широтных поясов: 1 – полярного, 2 – умеренного, 3 – субтропического, 4 – тропического. Цветные кривые – аналитические распределения, аппроксимирующие эти гистограммы.

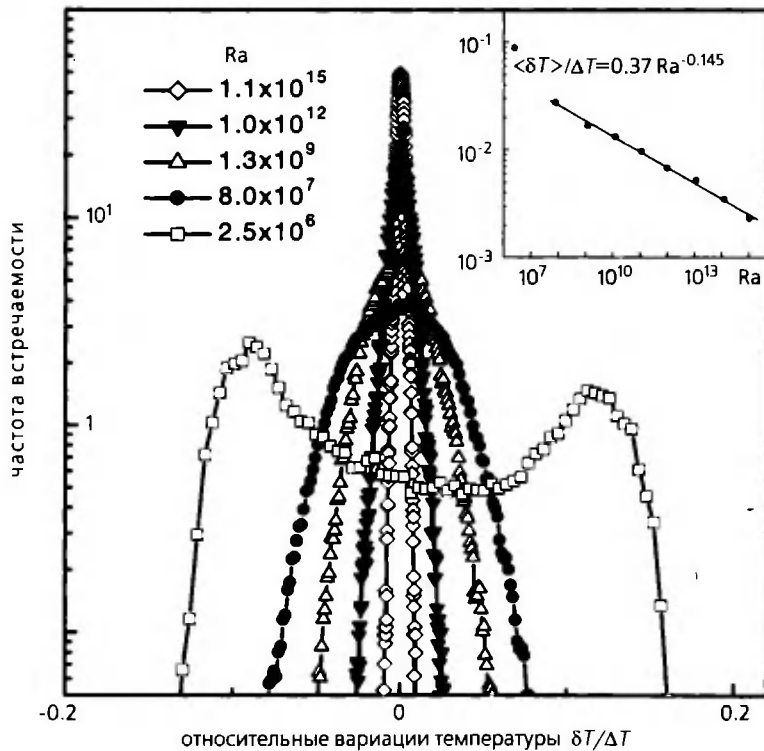


Рис.4. Нормированные гистограммы температурных флуктуаций, полученные в экспериментах по конвекции гелия при разных числах Релея (Nietela J.J. et al., 2000); при очень больших числах Релея гистограмма близка к распределению погодных вариаций земной атмосферы. На врезке – зависимость среднеквадратичного отклонения температуры от числа Релея.

Конечно, атмосферная конвекция не должна точно повторять лабораторную, поскольку нагрев земной атмосферы неоднороден по широте. Но легко убедиться, что соотношение чисел Релея и Нуссельта в атмосфере примерно соответствует степенной зависимости, полученной в опытах. Более того, построенные нами гистограммы вариаций температур качественно соответствуют экспериментально наблюдаемым распределениям (рис.4), которые тоже сильно отличаются от гауссовских. При больших числах Релея сходство распределений, представленных на рис.3 и 4, очевидно.

По данным экспериментов, авторы цитируемой работы определили также зависимость характерной величины температурных флуктуаций от числа Релея: $\langle \delta T \rangle / \Delta T = 0.37 Ra^{-0.145}$ (где $\Delta T = Gb$ – характерный вертикальный перепад температур, вызывающий конвекцию). Как уже отмечалось, вблизи полюсов толщина тропосферы b ощутимо меньше, чем у экватора, следовательно, значения Ra убывают с широтой, а флуктуации температуры заметно возрастают. Действительно, именно такая зависимость отмечалась при сравнении колебаний погоды в разных широтных поясах Земли (см. рис.1 и 3).

Качественное согласие результатов наблюдений с выводами гидродинамической теории подобия может оказаться полезным как для прогноза погодных аномалий при потеплении климата, так и для планетологических приложений. Оно позволит экстраполировать оценки флуктуаций, полученные для земной атмосферы, на другие планеты Солнечной системы с мощными атмосферами (Венеру, Юпитер, Сатурн). ■

Магнитные молекулы и квантовая механика



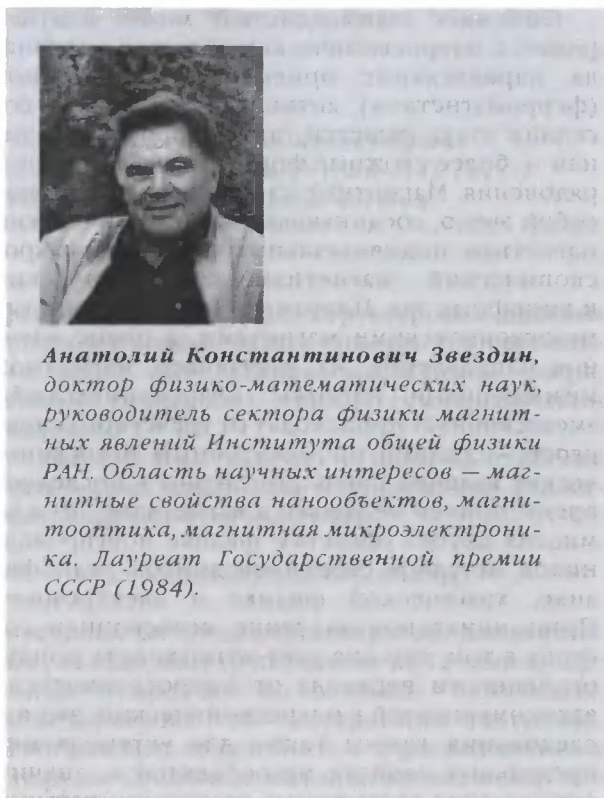
А.К.Звездин

В последние два десятилетия технология активно осваивает мир нанометровых размеров. Вместо микрофизики, микроэлектроники, микротехнологии на первый план выдвинулись нанофизика, наноэлектроника, нанотехнология и т.д. В мире нанобъектов одно из центральных мест занимают ультрамалые частицы, состоящие из небольшого числа атомов (10–10 000). Эти образования называют по-разному: наночастицами, нанокристаллами, квантовыми точками, но чаще всего — нанокластерами. Они привлекательны потому, что их свойства, как правило, разительно отличаются от объемных свойств материалов такого же состава. Поэтому нанокластеры рассматривают как «крупные блоки» для конструирования новых материалов и приборов.

Особенно интересны магнитные нанокластеры, так как наличие внутренней, дополнительной степени свободы — магнитного момента — придает большое разнообразие их свойствам и позволяет управлять их состоянием при помощи внешнего магнитного поля. Именно о магнитных нанокластерах и пойдет речь ниже.

Магнитная мезоскопика

Магнетизм — квантовомеханическое явление по сути. Атомы многих элементов таблицы Менделеева обладают магнитным моментом благодаря нескомпенсированному спину электронов. Среди них наибольшего внимания заслуживают атомы переходных металлов (Fe, Co, Ni и др.), лантаноидов (редкоземельных элементов) и актиноидов. Молекулы, как правило, диамагнитны, хотя есть и исключения, на-



Анатолий Константинович Звездин, доктор физико-математических наук, руководитель сектора физики магнитных явлений Института общей физики РАН. Область научных интересов — магнитные свойства нанобъектов, магнитооптика, магнитная микроэлектроника. Лауреат Государственной премии СССР (1984).

пример молекула кислорода. Что касается макроскопических веществ, то их магнитные свойства уже не так просты, поскольку не связаны напрямую с магнитными моментами составляющих их атомов или молекул.

Магнитные свойства отдельных атомов хорошо поняты. Свойства магнитных кристаллов, содержащих атомы переходных или редкоземельных элементов, также подробно изучены, хотя и в настоящее время здесь остается целый ряд вопросов. Дело в том, что возникающий в этих материалах дальний магнитный порядок не есть результат простой суперпозиции магнитных вкладов отдельных атомов. Магнитное упорядочение — это коллективный квантовомеханический эффект, в основе которого лежит специфическое взаимодействие между спинами атомов, обусловленное принципом Паули. Это взаимодействие называется обменным.

Обменное взаимодействие может индуцировать в макроскопических областях материала параллельное ориентирование спинов (ферромагнетизм), антипараллельное — в соседних узлах решетки (антиферромагнетизм) или — более сложные формы магнитного упорядочения. Магнитные кластеры представляют собой звено, соединяющее микроскопический магнетизм индивидуальных атомов и макроскопический магнетизм кристаллических и аморфных тел. Поэтому их называют иногда мезоскопическими магнитами, а новое научное направление, их изучающее, магнитной мезоскопией. Термины «мезоскопический», «мезоскопика» происходят от греческого слова μέσος — средний, промежуточный. Мезоскопические явления очень популярны в последнее время, причем не только в магнетизме, но и во многих других областях: физике полупроводников, металлов, сверхпроводников, радиофизике, химической физике и электронике. Принципиальное значение мезоскопии состоит в том, что она дает возможность понять особенности перехода от микроскопических закономерностей к макроскопическим; эти исследования важны также для установления предельных свойств мезообъектов и, значит, определения достижимых границ миниатюризации электронных приборов и элементов памяти. И в то же время мезоскопика представляет собой богатейший источник идей для новых разработок в электронике, информационных технологиях, микромеханике и биомедицине.

При изучении свойств мезоскопических магнитов возникает ряд специфических проблем. Первая — технологическая. Как создать нанокластеры с контролируемыми размерами и свойствами? Традиционный путь, в основе которого лежит классическая в микроэлектронике технология литографии, дополняется

в настоящее время новыми подходами, основанными на использовании молекулярных пучков, сканирующей туннельной микроскопии, химического синтеза, биоминерализации. Вторая проблема — как измерить физические величины, характеризующие магнитные свойства ультрамалых частиц, размер которых составляет величину порядка 1—100 нм? В идеале нужно было бы измерить характеристики индивидуальной изолированной частицы, чтобы исключить влияние взаимодействия между частицами и разброса в их размерах. Такие измерения требуют очень чувствительной техники. Среди недавних достижений в этой области нужно отметить магнитный силовой микроскоп (лучше сказать наноскоп) и интегральный СКВИД¹.

Молекулы-магниты

Намагниченность материала, состоящего из малых магнитных частиц, со временем уменьшается: $\exp(-t/\tau)$, где τ — некоторое характерное время. Это явление называется магнитной релаксацией и обусловлено оно тепловыми флуктуациями, «помогающими» магнитному моменту частицы преодолеть энергетический барьер, который удерживает вектор момента в определенном направлении. Скорость релаксации $1/\tau$ уменьшается с понижением температуры по закону Аррениуса

$$\tau^{-1} = f_0 \exp\left(-\frac{\Delta U}{kT}\right), \quad (1)$$

где ΔU — величина энергетического барьера, k — постоянная Больцмана, T — температура. В данном случае $\Delta U = KV$, где V — объем частицы, K — плотность энергии магнитной анизотропии, предэкспоненциальный фактор для типичных магнитных частиц $f_0 \sim 10^{-9} - 10^{-10} \text{ с}^{-1}$.

В последние годы было обнаружено нарушение закона Аррениуса при $T \rightarrow 0$. Вместо того чтобы стремиться к нулю, скорость релаксации выходит на некоторую константу. Эту особенность в поведении магнитной релаксации

¹ Интегральный СКВИД — высокочувствительный магнитометр, изготовленный методами интегральной технологии. Прибор преобразует магнитный поток в постоянный или переменный электрический сигнал. СКВИД — транслитерация английской аббревиатуры SQUID: Superconducting Quantum Interference Device, что означает «сверхпроводящий квантовый интерференционный прибор». Чувствительность СКВИД'ов достигает величины $(5 - 10) \cdot 10^{-11} \text{ Т/Гц}^{1/2}$ и ограничивается магнитными шумами в тщательно экранированных помещениях. По чувствительности эти приборы превосходят традиционные магнитометры на два—три порядка и помимо экспериментальной физики применяются, например, для детектирования магнитных полей, создаваемых биологическими объектами, в геофизике и геологии, исследовании магнитной восприимчивости материалов.

при очень низких температурах связывают с явлением макроскопического квантового туннелирования. Последнее означает, что при достаточно низкой температуре, когда термические флуктуации малы и не могут «перебрасывать» магнитный момент через барьер между соседними потенциальными ямами, этот вектор может переориентироваться в результате квантовой флуктуации или, другими словами, протуннелировать из одного минимума энергии (метастабильного) в другой (равновесный).

Хотя насыщение в температурной зависимости скорости магнитной релаксации при $T \rightarrow 0$ наблюдалось экспериментально во многих системах, у исследователей оставалось чувство неудовлетворенности, поскольку такой важный параметр как объем V туннелирующего нанокластера был плохо контролируемой величиной. А ведь зависимость скорости релаксации от объема V очень сильная (экспоненциальная), поэтому даже небольшой разброс в величине объема V приводит при низких температурах к большой неопределенности результатов. Естественным поэтому было стремление экспериментаторов найти объекты, в которых этот важный параметр — объем V — был бы строго фиксирован. И такие физические объекты были найдены². Ими оказались высокоспиновые металлоорганические молекулы, которые построены с участием ионов переходных элементов (Fe, Mn и др.). Подобные молекулы также часто называют магнитными кластерами. Несколько таких группировок показаны на рис.1. Гармоничность и совершенство этих молекулярных конструкций вызывают восхищение!

Рассмотрим, например, достаточно простой и элегантный кластер Fe_{10} (рис.1,а), который образно называют железным колесом. Это — десять ионов Fe^{3+} , окруженных ионами хлора, кислорода и углерода. Взаимодействие между ионами Fe^{3+} носит антиферромагнитный характер, поэтому основное состояние молекулы имеет нулевой полный спин $S = 0$. Можно сказать, что магнитный кластер Fe_{10} представляет собой антиферромагнетик в масштабе одной молекулы.

Более сложно устроено марганцевое кольцо Mn_6 . Этот кластер представляет собой кольцевую структуру с чередующимися ионами Mn^{2+} и органическими радикалами, которые отмечены на рис.1,б символом R. Спины ионов Mn^{2+} ($S = 5/2$) и радикалов R ($S = 1/2$) связаны между собой сильным антиферромагнитным взаимодействием, поэтому кластер Mn_6 оказывается

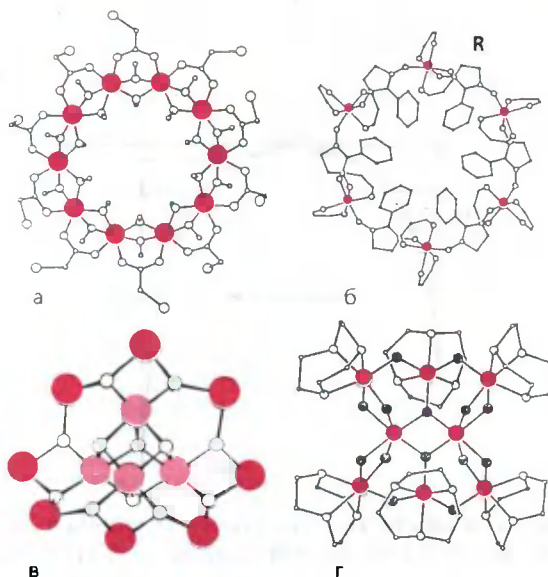
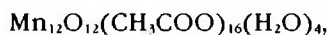


Рис.1. Высокоспиновые молекулярные кластеры: Fe_{10} (а), Mn_6 (б), Mn_{12} (в), Fe_8 (г). Ионы металлов показаны цветом.

ферримагнетиком, т.е. структурой с нескомпенсированным полным спином. Если все спины ионов Mn^{2+} направлены, скажем, вверх, а спины радикалов — вниз, то суммарный спин молекулы $S = 12$.

Кластер Mn_{12} (рис.1,в) — один из наиболее интересных для физики и приложений. Его химическая формула имеет вид



а устроен он следующим образом. Каждая молекула содержит группировку из 12 ионов марганца: четырех Mn^{3+} со спином $S_1 = 3/2$ каждый, объединенных во внутренний тетраэдр, и восьми Mn^{2+} со спином $S_2 = 2$, расположенных снаружи. Обменное взаимодействие между ионами марганца осуществляется через ионы кислорода. Конкурирующие антиферромагнитные взаимодействия приводят к образованию ферримагнитной структуры с полным спином молекулы $S = 10$. Упрощенно это можно представить так: у всех ионов Mn^{3+} спины направлены вверх, а у остальных ионов Mn^{2+} — вниз. В молекулярном кристалле, состоящем из рассматриваемых молекул, ацетатные группы и молекулы воды отделяют один кластер Mn_{12} от другого, причем настолько, что между разными кластерами остается только прямое магнитодипольное взаимодействие, величина ко-

² Gatteschi D. // Adv. Mater. 1994. V.6. №9. P.635–645; Gatteschi D., Caneschi A., Pardi L., Sessoli R. // Science. 1994. V.265. P.1054–1058.

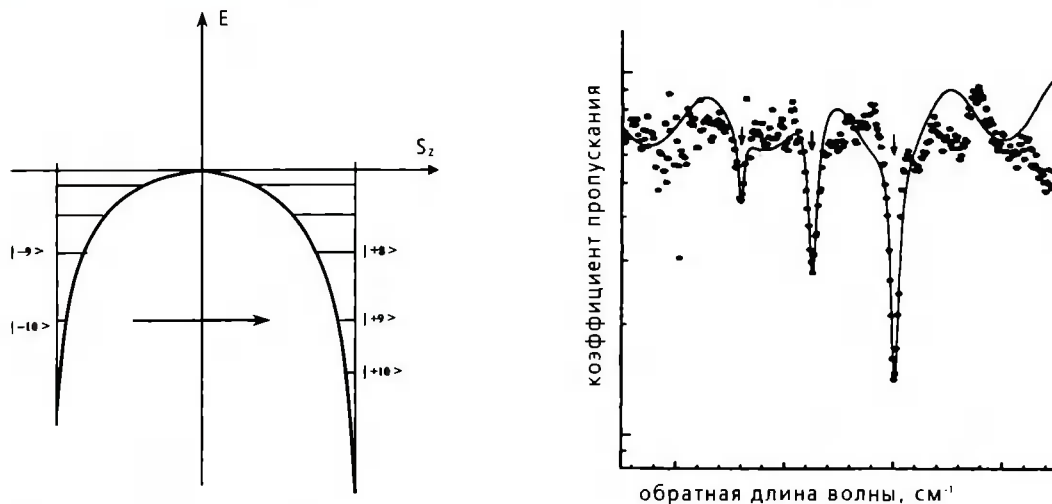


Рис.2. Схематическое изображение уровней энергии кластера Mn_{12} и резонансного макроскопического квантового туннелирования намагниченности в нем (слева); спектр пропускания радиоволн в субмиллиметровом диапазоне в порошковой пластинке Mn_{12} , толщиной $d = 1.23$ мм при $T = 16.9$ К. Параметры спин-гамильтониана $P = \alpha S_z^2 + \beta S_x^2 + \gamma(S_x^4 + S_y^4)$, где S — спин кластера Mn_{12} ($S = 10$) определены в нашем эксперименте (Mikhin A.A. et al, 1998) и равны: $\alpha = -0.39$ см⁻¹, $\beta = -7.7$ см⁻¹, $\gamma = 2 \cdot 10^{-5}$ см⁻¹.

того чрезвычайно мала; соответствующие эффективные поля составляют величину порядка 0.01 Т. Обменные взаимодействия между магнитными моментами кластеров Mn_{12} еще слабее: измерения температуры Кюри по восприимчивости дают величины 50–70 мК.

Кластеры с таким большим спином редко встречаются в природе; их синтезируют в лабораториях. Мы уже отмечали в начале статьи, что они представляют большой интерес как «строительные кирпичи» для конструирования новых магнитных материалов.

Они важны также для биологии. Биологи интересуются органическими железосодержащими молекулами, обнаруженными в различных живых организмах — от некоторых бактерий, которым такие молекулы позволяют ориентироваться в магнитном поле Земли, до *Homo sapiens*, в мозгу которого также недавно были найдены магнитные кластеры. Пока еще никто не знает, для чего они там!

Резонансное туннелирование и квантовый гистерезис

Кластер Mn_{12} — хороший пример для иллюстрации квантовых свойств мезоскопических магнитов. Одна из наиболее привлекательных его особенностей — наличие сильной анизотропии типа «легкая ось». Высота энергетического барьера, обусловленного полем анизотропии, здесь (Рис.2, слева) примерно 60 К,

что соответствует полю переключения $H_c \approx 50\,000$ Э (индукция около 5 Т). На рис.2, справа приведен спектр пропускания порошкового образца Mn_{12} , измеренный на спектрометре «Эпсилон» (ИОФ РАН)³, который работает в субмиллиметровом диапазоне и позволяет получить детальную информацию об уровнях энергии, представленных качественно на левом рисунке. Учитывая сведения, приведенные выше, можно заключить, что молекулярный кристалл, состоящий из кластеров Mn_{12} , аналогичен упорядоченному массиву абсолютно идентичных, очень слабо взаимодействующих однодоменных частиц. Такая система идеально подходит для экспериментов по изучению макроскопического квантового туннелирования. Свойства, близкие к перечисленным, имеют и другие кластеры: Fe_8 , Fe_{17} и др.

Измерения времени τ магнитной релаксации Mn_{12} , проведенные при температуре около 10 К, показали, что в этом кластере оно порядка нескольких миллисекунд, и это типично для суперпарамагнитных материалов (систем из слабо взаимодействующих частиц с большими значениями спинов). Однако при понижении температуры время релаксации сильно возрастает и уже при 2 К достигает примерно двух месяцев. При $T > 2$ К температурная зависимость этой величины следует экспоненциальному закону (1). Вычисленная из эксперимен-

³ Mukhin A.A., Travkin V.D., Zvezdin A.K. et al. // Europhys. Lett. 1998. V.44. №6. P.778–782.

тальных данных высота энергетического барьера оказалась равной 61 К, а предэкспоненциальный множитель — $4.8 \cdot 10^6$ Гц. При более низкой температуре имеет место насыщение времени релаксации (рис.3). Это указывает на то, что в кластере Mn_{12} действительно происходит квантовое туннелирование намагниченности.

Тщательное экспериментальное изучение низкотемпературных свойств кластера Mn_{12} подтвердило этот вывод и выявило ряд новых интересных черт. Обнаружились, в частности, дополнительные квантовые особенности. Оказалось (рис.4), что скорость релаксации — осциллирующая функция магнитного поля⁴. Рис.2 объясняет происхождение этого эффекта. Пусть, например, индукция магнитного поля в образце возрастает. Тогда уровни энергии в метастабильной яме (область отрицательных проекций спина на направление индукции $S_z < 0$) начнут сдвигаться вверх, а в стабильной яме (где $S_z > 0$) — вниз. При каком-то значении индукции основной уровень в метастабильной яме сравняется по энергии с первым возбужденным уровнем стабильной ямы, т.е. возникнет своеобразный резонанс. При этом квантовое туннелирование резко ускорится. Очередной «всплеск» скорости туннелирования произойдет при следующем резонансе, когда основной уровень метастабильной ямы совпадет по энергии со вторым возбужденным уровнем стабильной ямы и т.д. Именно такое поведение и реализуется в эксперименте.

⁴ Friedman J. R. et al. // Phys. Rev. Lett. 1996. V.76. P.3830; Thomas L., Lioni F., Ballou R. et al. // Nature. 1996. V. 383. P. 145–147.

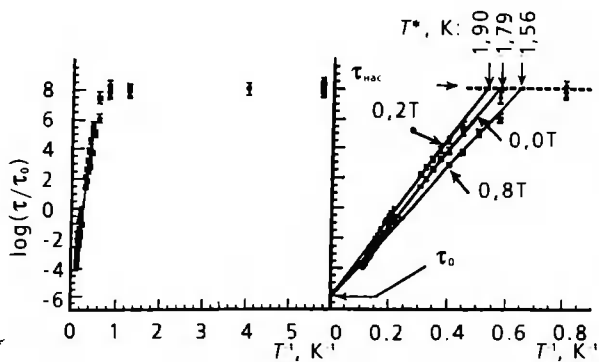


Рис.3. Полная зависимость времени магнитной релаксации нанокластера Mn_{12} от обратной температуры (слева) и начальные участки кривых при различных значениях индукции магнитного поля. Установленные по этим данным параметры релаксации таковы: $\tau_0 = 10^{-6}$ с, $\Delta U = 61$ К, $\tau_{нас} = 10^8$ с. Указаны также соответствующие магнитному полю значения температуры кроссовера T^* .

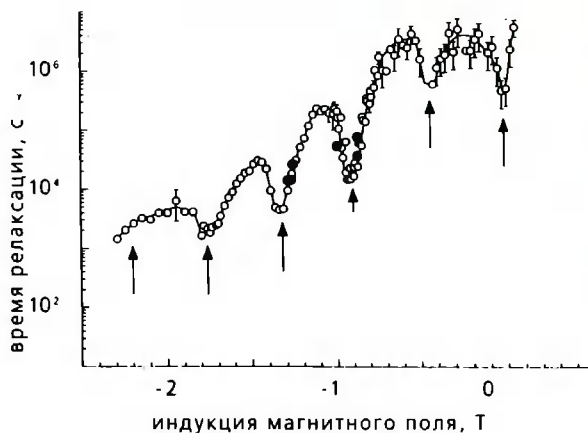


Рис.4. Зависимость времени магнитной релаксации в кластере Mn_{12} от индукции поля. Осциллирующий характер кривой объясняется периодическим выполнением резонансных условий для уровней энергии в метастабильной и стабильной ямах (см. рис.2, слева) по мере роста магнитной индукции. Эксперимент проводился в размагничивающем поле (отрицательные значения индукции).

Параллельно с измерением времени магнитной релаксации определялась и намагниченность образца как функция индукции (петля гистерезиса). Значениям индукции поля, отвечающим резонансным условиям для уровней энергии в двух ямах соответствуют ярко выраженные «квантовые» скачки на кривой намагничивания (рис.5). Это, наверное, первый явный пример гистерезиса в квантовой системе, где и метастабильные состояния, и выход из них определяются квантовыми закономерностями⁵.

Недавно было предсказано и после этого экспериментально обнаружено новое мезоскопическое квантовое явление, которое наблюдается в системах с кластерами Mn_{12} и другими магнитными молекулами в ультрасильных магнитных полях. Такие гигантские поля с индукцией 100–1000 Т получают методом взрывов в Российском федеральном центре «ВНИИ экспериментальной физики» (Арзамас-16). Столь сильные поля вызывают перестройку внутренней структуры кластера: исходно ферримагнитная она становится ферромагнитной с сонаправленным выстраиванием спинов всех ионов Mn. Перестройка спиновой структуры по мере роста магнитного поля носит скачкооб-

⁵ См. предыдущую сноску, а также работы: Dobrovitskii V. V., Zvezdin A. K. // Europhys. Letters. 1997. V.38. P.377–382; Gunter L. // Ibid. V.39. P.1–6.

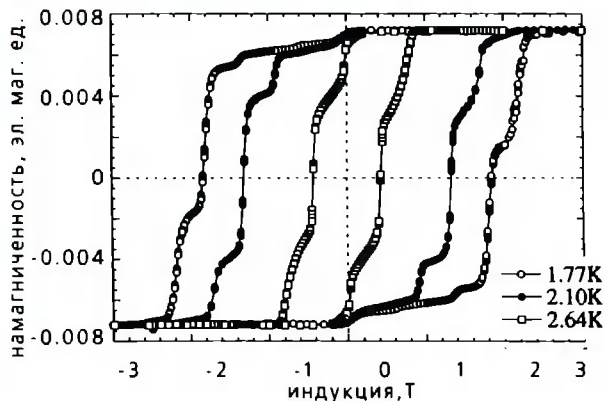


Рис.5. Гистерезисные кривые кластера Mn_{12} при различных температурах. Хорошо видны «квантовые скачки намагниченности при значениях индукции, отвечающих минимумам на кривой времени магнитной релаксации (стрелки на рис.4).

разный характер. В целом, в этом диапазоне индукций квантовые скачки намагниченности приводят к увеличению магнитного момента нанокластера⁶ от 20 до 44 μ_B , где μ_B — магнетон Бора (рис.6).

Молекулярная бистабильность и память

Замечательное свойство некоторых магнитных кластеров (Mn_{12} , Fe_8 и др.) — молекулярная бистабильность. Это означает, что магнитная молекула может находиться в двух состояниях, различающихся, скажем, ориентацией магнитного момента относительно некоторого направления. Переходы между этими состояниями могут быть индуцированы, например, магнитным полем. Другими словами, такая молекула представляет собой естественный запоминающий элемент. Для характерного расстояния между молекулами ~ 10 нм плотность записи информации в такой молекулярной памяти превышала бы 100 гигабит/см². Это, конечно, впечатляет, но даже если решить проблему записи и считывания, останется еще одна трудность — конечное время хранения информации. При температуре 1.5 К время магнитной релаксации в системе с Mn_{12} , достигая большой величины $\sim 10^8$ с, все же оказывается недоста-

точным для современных компьютеров; нужны более крупные молекулы с большими τ . Работа в этом направлении ведется.

Весьма интересна еще одна группа магнитных молекул с несколько отличным механизмом бистабильности. В некоторой области

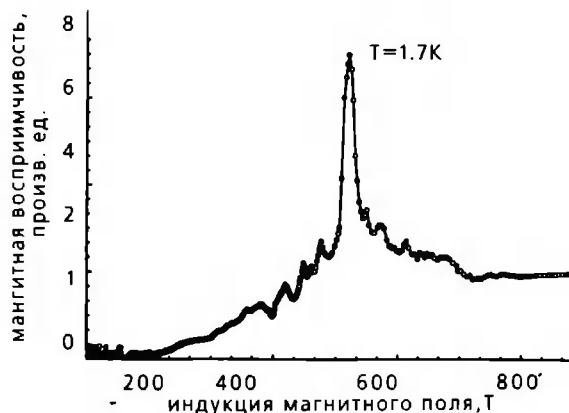
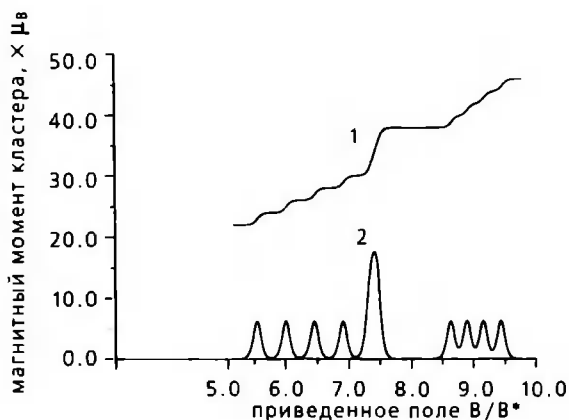


Рис.6. Зависимости намагниченности (кривая 1 на верхнем рисунке) и восприимчивости (кривая 2 — теория, нижний рисунок — эксперимент) магнитного кластера Mn_{12} от индукции магнитного поля. Скачкообразный рост намагниченности в сверхсильных полях отвечает перестройке спиновой структуры нанокластера с переходом от ферри- к ферромагнитной. По оси абсцисс на верхнем рисунке отложены значения индукции, приведенные к характерной величине внутримолекулярного объемного поля $B^* \cong 70$ Т; в абсолютных значениях положения главных максимумов кривой 2 и экспериментальной совпадают.

⁶ Звездин А.К., Лубашевский И.А., Левитин Р.З., Платонов В.В., Таценко О.М. // УФН. 1998. Т.168.С.1141—1146.

внешних параметров эти молекулы также могут находиться в двух различных электронных состояниях. Одно из них (А) характеризуется нулевым или малым значением спина, другое (В) — высоким. Обычно одно из этих состояний — основное, другое — метастабильное. Спиновые переходы А↔В возникают при совпадении энергий их уровней и могут быть индуцированы действием света или магнитного поля. Такая бистабильность реализуется, например, в магнитных полимерах, содержащих двухвалентные ионы железа⁷.

Квантовые измерения, мезоскопические магниты и макроскопический реализм.

Несмотря на несомненные практические успехи квантовой механики в объяснении свойств микроскопических объектов, неуловимая тонкость перехода от микрофизики к макромиру физиков продолжает интересовать и беспокоить. С момента возникновения квантовой механики и до сих пор не утихают дискуссии, в центре внимания которых такие фундаментальные вопросы, как роль измерений в квантовой физике, парадоксы Шредингера, Эйнштейна—Розена—Подольского.

Долгие годы основными объектами этих дискуссий были мысленные эксперименты. В последнее десятилетие XX в. появились первые реальные экспериментальные результаты, которые с одной стороны еще больше «разогрели» дискуссии, а с другой — породили новое научное направление: квантовую информатику, которая может привести к революционным изменениям в технике передачи и обработки информации.

В основе квантовой механики лежит принцип суперпозиции состояний, который надежно апробирован в физике микромира. Например, для электрона, захваченного магнитной ловушкой, проекция спина на направление магнитного поля может иметь только одно из двух значений, $S_z = +1/2$ и $S_z = -1/2$, отвечающих ориентации магнитного момента электрона вдоль и против поля. Но в определенных условиях, например при дополнительном возбуждении электромагнитной волной, электрон может находиться в смешанном состоянии, которое представляет собой суперпозицию указанных двух состояний.

На первый взгляд кажется естественным, что квантовая механика и принцип суперпозиции применимы и к макромиру. Но уже вскоре после создания квантовой механики Э.Шре-

дингер⁸ указал на то, что экстраполяция принципа суперпозиции на макромир может привести к парадоксам. Один из них — парадокс кота Шредингера — хорошо известен⁹.

Почему мы не видим квантовых эффектов, например туннелирования, на макроуровне? Почему мы не видим суперпозиции макроскопически различных состояний окружающих нас объектов? Обычный ответ на эти вопросы заключается в том, что длина волн макрообъектов слишком мала, поэтому вместо интерференции (учитывающей фазы волновых функций) в макромасштабе имеет место сложение вероятностей макроскопических состояний. Однако не все физики удовлетворены таким простым объяснением.

Более глубокий анализ проблемы привлекает идеи и представления теории квантовых измерений. Уже с начала квантовой физики стало ясно, что измерение необратимо разрушает квантовое состояние. Действие принципа неопределенности в процессе измерения разрушает когерентную интерференцию волновых функций прибора и объекта, делая последнюю неопределенной. Этот эффект называют коллапсом волновой функции. Следующий шаг вперед заключается в том, что к коллапсу волновых функций, а следовательно, и к разрушению когерентного квантового поведения приводит не только измерение, но и просто взаимодействие микрообъекта с окружением. Можно сказать, что это взаимодействие выполняет роль своеобразного сита; оно отсеивает квантовые корреляции и оставляет такие состояния, которые ближе соответствуют классическому поведению системы. Этот процесс проявляется тем сильнее, чем «более макроскопична» система. Другими словами, чем теснее микрообъект связан с классическим окружением, тем ближе его поведение к классическому¹⁰. Проблема в том, где находится граница между квантовым микромиром и классическим макромиром. Изучение мезоскопического мира, где встречаются квантовые и классические закономерности, поможет ответить на этот вопрос. Особенно интересны в этом отношении

⁸ Эрвин Шредингер (1887—1961) — австрийский физик-теоретик, один из создателей квантовой механики. Исходя из идей французского физика де Бройля и принципа Гамильтона, разработал в 1926 г. волновую теорию движения микрочастиц. Основа этой теории — уравнение Шредингера, играющее в квантовой механике такую же роль, как уравнения Ньютона в механике классической. Лауреат Нобелевской премии (1933).

⁹ Этот парадокс — результат мысленного эксперимента Э. Шредингера с котом. Сам эксперимент и парадокс подробно проанализированы в обзоре: Кадо м ц е в Б. Б. // Динамика и информация. М., 1997.

¹⁰ В некоторых работах делаются попытки внести необратимость непосредственно в квантовую теорию с целью феноменологически описать взаимодействие квантового объекта с внешним окружением, которое постоянно стремится разрушить квантовое поведение микрообъекта (см. обзор Кадо м ц е в а).

⁷ Kahn O., Jay Martinez C. // Science. 1998. V.279. P.44—48.

мезоскопические магниты, в которых естественно выделяется коллективная степень свободы, например магнитный момент, сравнительно слабо связанный с окружением и позволяющий достаточно детально проследить за его динамикой. Первые такие эксперименты уже сделаны¹¹.

Компьютеры и информация в квантовом мире

Рассмотренные выше квантовые свойства магнитных молекул, да и в целом — магнитная мезоскопика, представляют интерес в проблеме квантовых компьютеров¹², а также в задачах квантовой телекоммуникации и криптографии¹³. Это очень актуальные направления, и их естественно объединить единым термином «квантовая информатика».

Информация в квантовом компьютере кодируется в квантовых битах или q -битах¹⁴. Как и бит, q -бит реализуется в системе с двумя состояниями (условно 0 и 1), но, в отличие от первого, второй допускает суперпозицию этих состояний и, значит, более «информативен». Физической реализацией q -бита может служить любая двухуровневая система (спин, фотон, атом, молекула, ион), волновая функция которой определяет все его значения. Сообщение представляет собой последовательность N q -битов, т.е. отвечает волновой функции N переменных. Каждому элементу алгебры логики может быть поставлен в соответствие свой гамильтониан в пространстве состояний бистабильной системы.

Вычисления отвечают законам эволюции состояний квантовой механики и, следовательно, описываются решениями уравнения Шредингера. Последнее обратимо во времени, поэтому вычисления и не сопровождаются потерей информации.

Простейший логический элемент — оператор преобразования между чистыми состояниями $0 \leftrightarrow 1$. Для спиновой системы этому оператору отвечает одна из матриц Паули σ_x . Если в качестве значений q -бита выступает проекция спина или поляризация фотона, то такая операция представляет собой поворот соответствующего вектора на угол $\pi/2$. В классической информатике этому элементу соответ-

ствует операция «не». Уже найдены и экспериментально опробованы реализации и других логических элементов, так что на сегодня в квантовой информатике в принципе известно, как осуществить вычисления для произвольной логической функции.

Квантовый компьютер в целом представляет собой систему, состоящую из определенного набора ячеек, состояния которых кодируются q -битами, и логических элементов; состояние компьютера в любой момент времени определяется полной волновой функцией, зависящей от координат всех ячеек и их состояний. Эволюция во времени (процесс вычислений) определяется Гамильтонианом квантового компьютера.

Информация (классическая) на «входе» компьютера задает состояния всех ячеек в начальный момент времени, информация на «выходе» определяется их состояниями по окончании процесса вычислений. Главное достоинство квантового компьютера основано на использовании принципа суперпозиции, позволяющего обрабатывать информацию параллельно, что колоссально ускоряет вычисления. Например, квантовый компьютер, оперирующий с 200 q -битами, может достичь такого же эффекта при разложении 400-разрядного числа на простые множители (это важная задача криптографии), как 2^{200} одновременных вычислений с классическими битами. Невозможно представить себе обычный компьютер с таким количеством процессоров. Специалисты говорят по этому поводу, что квантовый компьютер может производить подобные вычисления экспоненциально быстрее, чем лучшие из известных в настоящее время классических алгоритмов.

Возникает вопрос: если квантовый компьютер столь эффективен, что мешает его созданию? Основная фундаментальная проблема здесь — потеря когерентности сложной и весьма запутанной волновой функции компьютера за счет взаимодействия с окружением. Причем, как отмечено выше, это взаимодействие разрушает в первую очередь именно квантовые корреляции, которые и составляют основу параллельной работы квантового компьютера. В настоящее время разрабатываются специальные схемы защиты квантовой информации от влияния окружения, главным образом за счет введения избыточности и на этом пути достигнуты успехи.

Другая серьезная проблема — обеспечение ввода и вывода информации и управление логическими элементами на атомном уровне. Магнитные молекулы здесь представляются особенно перспективными, поскольку они обладают большим спином в сочетании с бистабильностью, и, следовательно, достаточно

¹¹ Awschalom D.D., Vincenzo D.P. di // Phys. Today. 1995. V.48. №4. P.43—48.

¹² Vincenzo D.P. di // Science. 1995. V.270. P.255—261.

¹³ Tittel W., Ribordy G., Gisin N. // Physics World. 1998. March. P.41—45.

¹⁴ Слово «qubit» ввел в употребление Бен Шумахер из Кенyon-колледжа (США) в 1995 г. В отсутствие русскоязычного эквивалента автор с согласия редакции считает оправданным написание « q -бит», произносимое «кьюбит», как и на языке оригинала.

сильным взаимодействием между собой и с внешними приборами. Роль бистабильной двухуровневой системы в этом случае может играть мезоскопический спин магнитной наночастицы. Благодаря сильной (экспоненциальной) зависимости частоты туннелирования от высоты потенциального барьера могут быть созданы элементы логики, управляемые изменением его высоты.

Квантовые методы обработки и передачи информации (криптография и телекоммуникация) уже выходят из лабораторий в мир практики. Насколько реальна идея квантовых вычислений, в настоящее время пока трудно однозначно оценить. Древняя мудрость гласит: если хочешь сделать миллион шагов, сделай хотя бы первый шаг. Квантовый компьютер делает первые шаги. Несомненно, что на этом пути можно ожидать появления новых принципиальных результатов.

Мы кратко рассмотрели некоторые свойства малых магнитных частиц и мезоскопических магнитов. Конечно, многие интересные вещи остались «за кадром». Не желая ограничиться их скучным перечислением, автор предпочитает закончить статью словами французского физика де Бройля, одного из создателей квантовой механики, сказанные, правда, по другому поводу, но актуально звучащими и в данном контексте: «Мы никогда не должны забывать, что каждый успех нашего познания ставит больше проблем, чем решает, и что в этой области каждая новая открытая земля позволяет предположить существование еще неизвестных нам необъятных архипелагов».

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 99-02-17830. ■

Атлантида Северного моря

Средневековые хроники рассказывают о существовании г.Винета, а карты XVII в. говорят о городе, часть которого скрыта под волнами Северного моря. Немецкие археологи, в том числе К.Гольдман (K.Goldmann), решили убедиться в правдивости этих исторических документов, обратившись к современным методам исследования (Terre Sauvage. 1999. №145. P.22). Сначала была выполнена аэрофотосъемка указанной на старинных картах акватории, а затем на судне, оснащемном высокоточным гидролокатором (сонаром), проведена детальная съемка морского дна.

Винета, которую теперь называют Атлантидой Северного моря, была найдена. Под более чем шестиметровым слоем иловых наносов лежат деревянные конструкции, возраст которых более 14 веков. Винета была построена на северо-восточном побережье Северного моря. По заключению Гольдмана, город стал жертвой религиозных войн.

Большую часть его населения составляли греки (православная религия которых представляла угрозу Священной Римской империи); их противникам достаточно было открыть плотины, окружавшие город, чтобы его затопить.

«Метанная революция» в жизни Земли

Известно, что около 65 млн лет назад катастрофа космического происхождения привела к гибели значительной части флоры и фауны. Реже обсуждается тот факт, что существовавшие тогда весьма примитивные млекопитающие не были прямыми предками современных; лишь спустя 10 млн лет внезапно возникли роды и виды, напоминающие нынешние. Некоторые исследователи связывают эту «революцию» с резким потеплением климата 55.5 млн лет назад, продолжавшимся 10–20 тыс. лет (последний палеоценовый температурный максимум).

В 1997 г. австралийский па-

леоокеанограф Дж.Диккенс (G.Dickens) первым высказал предположение, что внезапное потепление мог вызвать бурный выброс со дна Мирового океана миллионов тонн метангидрата — метановой «изморози». По неясной пока причине температура придонных слоев моря повысилась настолько, что небольшая часть (около 1 млн т) метангидратов разложилась, превратившись в воду и газообразный метан. Выделение этого газа нарушило стратификацию донных осадков, вызвав мощные подводные оползни и выход наружу гигантских масс метана. Окислившись, он образовал углекислый газ. Распространение в атмосфере этих парниковых газов привело к значительному потеплению климата.

В конце 1999 г. американские океанографы М.Катц и Д.Пак (M.Katz, D.Pak), а также упомянутый Диккенс подтвердили эту гипотезу (Science. 1999. V.286. №5444. P.1531). В рамках Программы глубоководного бурения дна океана были пройдены верхние 512 м осадочных пород

Рамейдоски

в районе подводного плато Блейк, в 350 км от северо-восточного побережья Флориды. Сейсмическое зондирование в 15 км выше по склону от точки бурения показало хаотическое скопление осадочных пород — вероятно, следы мощного оползня. Анализ литологических, фаунистических, изотопных, сейсмических данных позволил исследователям установить, что 55,5 млн лет назад здесь действительно происходили обширные оползни, мощные выбросы метана и, как результат, — потепление вод океана, распространившееся в более высокие широты.

Эти крупнейшие за последние 90 млн лет изменения в углеродном океан-атмосферном цикле привели к массовому вымиранию бентосной (донной) фауны и возникновению благоприятных условий для развития млекопитающих, которые получили возможность широко расселиться по земному шару. Общий объем выделившегося из газогидратов метана оценивается примерно в 15 трлн т, что сопоставимо с нынешним его содержанием в атмосфере.

Эти выводы признали весьма убедительными американские палеоокеанографы Т.Бралоуэр (Т. Bralower), Дж.Захос (J. Zachos) и Э.Томас (E. Thomas), однако геохимик Ч.Полл (C. Paull) выразил сомнение в том, что концентрация метана в ту пору была достаточной для столь крупномасштабных событий.

Парадоксы ледников тропического пояса Земли

Специалисты Исследовательского института развития в Париже (IRD) работают по программе «Снег и тропичес-

кие ледники». Изучая ледник Зонго, находящийся на высоте 5000 м в боливийских Андах, в 30 км от столицы страны Ла-Паса, они получили неожиданные результаты (Science et Vie. 1999. №986. P.32). В период сухого сезона (май—август) потоки талых вод в 3—4 раза уступают их расходу в сезон дождей (ноябрь—февраль). Это прямо противоположно тому, что наблюдается на ледниках умеренных и полярных областей Земли, где периоды сильных зимних снегопадов резко сменяются периодами летнего таяния.

Задача исследователей, уточняет руководитель программы гидролог П.Рибштейн (P. Ribstein), — установить причины таких необычных колебаний: ведь в этом тропическом поясе поступление солнечной радиации мало меняется от сезона к сезону, а разность средних суточных температур не превышает 2°C.

Ответ был найден при изучении энергетического баланса ледника. На протяжении сухого сезона энергия солнечной радиации уходит главным образом на сублимацию — прямое испарение льда. В сезон же дождей насыщенный влагой воздух ограничивает этот процесс, и солнечная энергия почти полностью расходуется на таяние снега и льда.

Трехмерные карты океанского дна

Специалисты Геологической службы США применили метод многолучевой батиметрии для создания подробных карт рельефа дна у побережья в районе Лос-Анджелеса (Mercator's World. 1999. V.4. №6. P.10—11, США). Благодаря высокому разрешению сонаров удастся получить объем-

ную панораму с точной локализацией каньонов, глубоко врезающихся в прибрежные склоны, и разломов, образовавшихся при сейсмических толчках. Детальность карт позволяет находить и следы инженерной деятельности — давно уложенные и неиспользуемые трубопроводы, опоры буровых платформ.

По мнению Дж.Гарднера (J. Gardner), ведущего специалиста Геологической службы США в области многолучевой батиметрии, такие трехмерные карты не уступают по точности и детализации картам автомобильных дорог и представляют интерес для специалистов самого различного профиля: экологи смогут проследить по ним места захоронения отходов в донных осадках, биологи — определить ареалы океанской биоты, гидрогеологи — вести мониторинг просачивания соленых вод океана в береговые породы.

Дискуссия вокруг ветхозаветной хронологии

В последние годы израильские и американские археологи Д.Усискин, И.Финкельштейн, Б.Хальперн (D. Ussishkin, I. Finkelstein, B. Halpern) ведут раскопки древнейших поселений в долине Ездрелонской, неподалеку от Иерусалима (Science. 1999. V.287. №5450. P.31). Человек селился здесь уже 6 тыс. лет назад. В 3300—600 гг. до н.э. на этом месте находился г.Мегиддо (ныне обозначенный крупным холмом). Принадлежал он попеременно древним египтянам, ханаанеям, израильтянам, ассирийцам и персам.

Согласно Ветхому Завету, Мегиддо был северным оплотом Израильско-Иудейского

царства при царе Соломоне, который держал здесь огромную конюшню боевых лошадей, а также колесницы. Сейчас у подножия холма установлен знак: «Ворота Соломона. 970—930 гг. до н.э.». Однако руководители раскопок считают, что на самом деле памятник моложе на 100—200 лет, ставя тем самым под сомнение библейский рассказ о величии древнего царства, основанного Давидом и расширенного Соломоном. Они утверждают, что слои, вскрытые предыдущими исследователями и датированные X в. до н.э. (временем правления этих царей), относятся к IX в. до н.э. Но тогда частично раскопанные в Мегиддо массивные укрепления и каменные дворцы принадлежали скорее всего царю Ахабу, согласно Библии — главному гонителю пророка Илии.

Утверждения Усишкина и его коллег отвергают специалисты по археологии Ближнего Востока А.Мазар и С.Розен (A.Mazar, S.Rosen), ссылаясь на многочисленные предметы материальной культуры, следы пожаров, результаты стратиграфического анализа и пр., подтверждающие датировку X в. до н.э.

Пока практически нет достоверных хронологических вех для 450-летнего периода расцвета Израильского и Иудейского царств. Начало периода знаменуется сражением 1175 г. до н.э. между египетским войском фараона Рамзеса III и «народом моря». Это событие описывается в нескольких египетских надписях и связано с астрономическими явлениями, датировка которых доступна современным расчетам. Конец «белого пятна» в хронологии приходится на 763 г. до н.э., когда наблюдалось очередное солнечное затмение; существуют и ассирийские описания вой-

ны против израильтян и других народов Палестины в конце VIII в. до н.э. Есть еще одна опорная точка: египетские хроники повествуют о вторжении фараона Шошенка I в Палестину около 926 г. до н.э.; согласно Библии — через пять лет после смерти царя Соломона. Однако это событие помогает датировке лишь частично, ибо нет единого мнения, какой именно из культурных слоев соотносится с этим фактом.

Обычно датировка древних культурных слоев опирается на анализ керамики. Финкельштейн, уточняя возраст найденных гончарных изделий, оспаривает традиционное мнение, согласно которому филистимляне¹ осели на побережье Средиземного моря, в районе нынешнего Израиля, вскоре после битвы 1175 г. до н.э. Они изготавливали здесь керамические сосуды монохромного типа, что позволяет отнести их культуру к XII в. до н.э. Более поздняя филистимлянская керамика — уже бихромная. Основываясь на своем толковании некоторых египетских надписей, Финкельштейн утверждает, что «народы моря» осели здесь более чем на 40 лет позже битвы с египтянами. А это значит, что датировка перехода от одного вида гончарных изделий к другому была слишком ранней и основные филистимлянские поселения могли здесь возникнуть только после конца египетского владычества в Палестине, полностью рухнувшего в конце XII в. до н.э. Таким образом, царствование Давида и Соломона следует отнести не к X, а к IX в. до н.э.

Американский археолог У.Девер (W.Dever) при раскопках в ханаанейском поселении Гезер неподалеку от

Мегиддо вскрыл каменные ворота, весьма сходные с мегиддскими, а по анализу местной керамики отнесенные к X в. до н.э. Интересно, что египетские надписи времен Шошенка I перечисляют «100 городов, павших по его мановению», среди которых названы и Мегиддо, и Гезер. Уже раскопано 25 городов, и там идентифицированы слои, связанные с упомянутым вторжением египтян. Один из городов — Тель-Рехов, где сейчас ведет исследования Мазар. Радиоуглеродный анализ зерен обожженной пшеницы, ячменя и других растений позволяет отнести содержащий их слой к периоду 916—832 гг. до н.э., что соответствует времени Шошенка I. Мазар не исключает, что в Библии деяния царей Давида и Соломона несколько преувеличены, однако это не дает оснований сдвинуть их на столетие-другое.

Профессор Н.Я.Мерперт (Институт археологии РАН) считает, что постулируемый Финкельштейном пересмотр дат различных керамических групп и определенных египетских письменных свидетельств не представляется убедительным. По его мнению, стратиграфия Тель-Рехова, последние открытия в Гезере и свидетельства вторжения Шошенка I скорее подтверждают традиционную хронологию Мазара и др.

Дискуссии, как и раскопки одной из древнейших цивилизаций мира, продолжаются.

Поведение летучих мышей в Заполярье

Летучие мыши (*Eptesicus nilssonii*) — рукокрылые млекопитающие умеренного климатического пояса Северного полушария, однако в летнее

¹ См. также: Реабилитация филистимлян // Природа. 2000. №11. С.65.

время они совершают дальние миграции на север, вплоть до 69-й параллели.

Летом 1999 г. биолог Дж.Спикмэн (J.Speakman) наблюдал в Заполярье за этими животными и выяснил один важный аспект их поведения (Science et Vie. 2000. №993. P.27).

В период белых ночей, по вечерам, когда освещенность ≈100 лк, были отмечены стычки между насекомоядными животными — летучими мышами и птицами, например стрижами, ведущими дневной образ жизни. Однако с наступлением более темного времени (между 22 и 2 час) ситуация менялась: активность стрижей снижалась, но при этом не прекращалась охота соколов на летучих мышей. Ученый заключил, что летучие мыши больше опасаются своих конкурентов по охоте за насекомыми, чем нападений хищных птиц.

Крокодилы в Сахаре

Недавно группа германских зоологов обнаружила в песчаной пустыне на территории Мавритании (Западная Сахара) крупную пещеру, служившую на протяжении тысяч лет убежищем для нильских крокодилов (Sciences et Avenir. 2000. №638. P.8). Зоологам удалось изучить скелеты не-

скольких особей. Длина их тела достигает 2 м, что в 3 раза уступает обычной длине их ближайших сородичей из Нила. Каким образом нильские крокодилы оказались в самой сердцеvine пустыни? Специалисты полагают, что в процессе длительного наступления пустыни на плодородную, богатую водами саванну, крокодилы постепенно попадали в «ловушки». За 10 тыс. лет это и привело к формированию подобных изолятов. Аналогичный изолят крокодилов был ранее найден на одной из гор в Республике Чад (Центральная Африка).

Лес, захороненный 10 тысяч лет назад

Американские исследователи из Мичиганского университета обнаружили под мощным покровом песка хорошо сохранившиеся стволы североамериканской пихты, произраставшей здесь более 10 тыс. лет назад (Sciences et Avenir. 2000. №638. P.12). На деревьях (некоторые достигали 9-метровой высоты) осталась кора.

Изучив 70 спилов, палеоботаники смогли реконструировать минувшие события.

Родство обнаруженного леса с современным бореальным позволяет считать, что вырос он в районах, соседст-

вующих с зонами вечной мерзлоты. Резкое потепление, произошедшее здесь в период голоцена, привело к массовому таянию снега, вызвав подтопление деревьев, а затем их стал затягивать мощный слой песка, что способствовало консервации древесины.

Спилы сохранившихся стволов могут быть использованы для уточнения дендрохронологических рядов прошлого.

Дымка над Китаем

Плотная дымка из аэрозолей постоянно затягивает небо над территорией Китая общей площадью в 1 млн км². Исследование, проведенное НАСА (Geotimes. 2000. V.45. №2. P.8), показывает, что дымка блокирует от 10 до 30% солнечной радиации, при этом происходит ее рассеяние и поглощение. В результате наносится серьезный ущерб продуктивности сельскохозяйственных культур. Руководитель исследования У.Чемейдес (W.Chameides) надеется на основе балансовых расчетов соотношения затрат на охрану природы и на производство продуктов сельского хозяйства показать правительству Китая выгоды от вложения средств в мероприятия по защите окружающей среды.

Морские бочары

Г.М.Виноградов,

кандидат биологических наук

Институт проблем экологии и эволюции животных им.А.Н.Северцова РАН
Москва

Среди самых разнообразных планктонных животных, населяющих пелагиаль океана, немало ракообразных, а из них больше всего веслоногих (*Copepoda*). Успешно освоили пелагиаль и другие рачки — амфиподы, не совсем точно называемые по-русски бокоплавами. В планктоне встречаются амфиподы трех подотрядов из четырех известных, причем один — гиперииды — включает только планктонных животных (большинство бокоплавов других подотрядов обитают все-таки на дне). Всего известно немногим более 250 видов гипериид¹. Они занимают самые разнообразные экологические ниши, но жизнь примерно половины видов связана с желетельными планктоном — медузами, сифонофорами, сальпами и им подобными организмами. Такие гиперииды обычно бывают паразитами или комменсалами, но существует и более изощренный симбиоз, например такой, в котором участвуют рачки рода *Phronima*.

Французы называют их морскими бочарами (*Topnelier de mer*), и название это на редкость удачно. Эти прозрачные головастые рачки действительно умеют делать маленькие прозрачно-стеклянные плавучие бочонки, открытые с двух сторон. Фроним часто и вылавливают в этих домиках-бочонках. Используются они как жилище для взрослых рачков, здесь же рождается потомство. Личинки сидят на стенках материнского бочонка до тех пор, пока не минуют ранние стадии развития, самые опасные для жизни в «большом» мире.

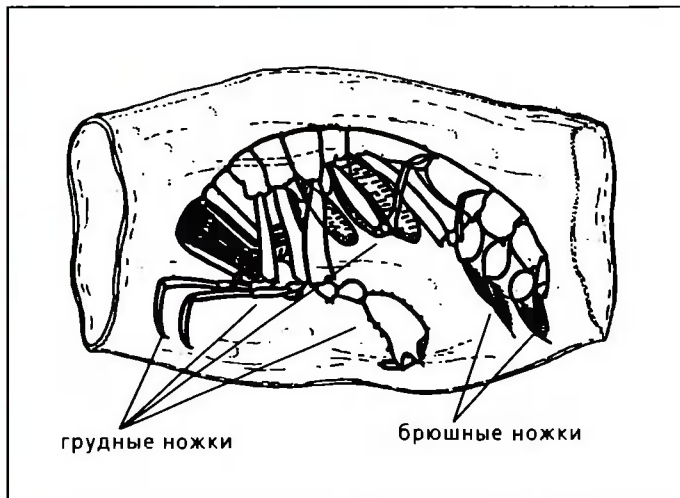
Взрослая фронима, находясь в домике, крепко цепляется за его стенки огромными клешнями (точнее «подклешнями», но это уже морфологические тонкости), которыми снабжена пятая пара грудных ножек, и может плыть в нем по своим делам, гребя высунутыми наружу брюшными ножками-веслами. Заодно внутренность домика вентилируется проточной водой. Встретив препятствие, рачок разворачивается в бочонке и меняет курс на обратный. Поймав добычу, фронима затаскивает ее внутрь домика и поедает. Крупную жертву рачок только подтаскивает к «двери» и высовывается за ней сам. Пита-

ются фронимы разными желетельными организмами, а при случае могут закусить мелкими планктонными рачками, мальками рыб и даже диатомовыми водорослями. Если же никакой пищи нет, фронима может прокормиться собственным домиком. Правда, тогда ей придется вскоре бросить его остатки и отправиться на поиски нового жилища, что не совсем безопасно.

Очень большую роль в жизни этих рачков играют первая и вторая пары грудных ножек. Ими они чистят плавательные ножки, стенки домика и выводковую камеру, помогают вылуплению личинок из яиц, сортируют пищу. Домик вычищается до полной гладкости, а снятые кусочки идут в пищу — не пропадать же добру!

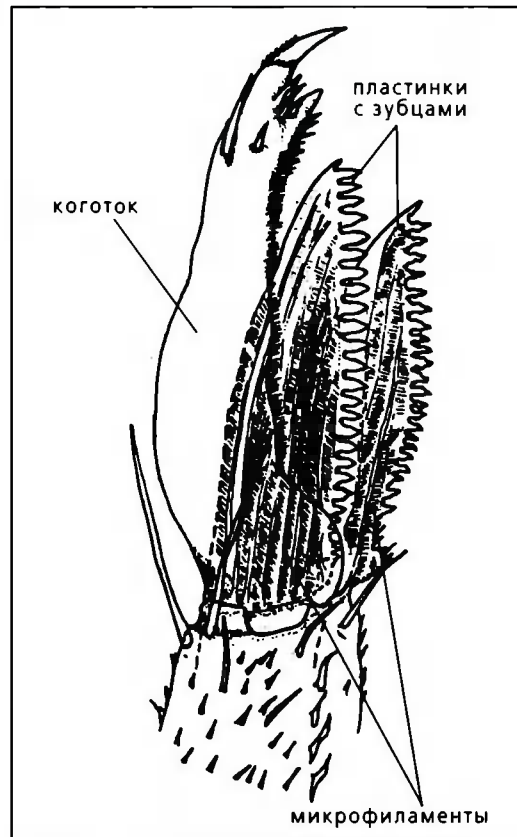
Свои крупные (в несколько сантиметров) бочонки фронимы изготавливают из пелагических животных — сальп, пиросом либо долиолид. Все они покрыты оболочкой-туникой, и входят в группу туникат — один из подтипов хордовых животных. О происхождении бочонков из туник свидетельствуют их размеры, гистологическое строение стенок, специфическое вещество тунинин, составляющее основу «одежд» этих примитивных хордовых. Рачки так

¹ Виноградов М.Е., Волков А.Ф., Семенова Т.Н. Амфиподы-гиперииды (*Amphipoda*, *Hypertiidea*) Мирового океана. Л., 1982.



Фронима в бочонке. Первая и вторая пары грудных ножек на рисунке не видны.

Окончание второй грудной ножки. Видны последний членик ножки (коготок) и две зубчатые пластинки, поверхность которых густо усажена микрофиламентами.



тщательно отсекают от своих бочонков все лишнее, что почти невозможно определить, чьи туники превратились в домики фроним. Иногда даже нельзя понять, изготовлены, скажем, бочонки двух типов — с гладкими стенками и пупырчатыми — из разных видов животных или из одного (а первые просто лучше «выглажены»).

Исследователи, подобно детективам, изучали оставленные рачками скудные улики (те же пупырышки, не полностью уничтоженные остатки гребней или мускулатуры туникат), пытаясь угадать в них чьи-нибудь знакомые черты. Многие десятки бочонков были тщательно обмерены, а к полученным массивам данных применен математический аппарат — метод главных координат².

В конце концов выяснилось, что бочонки изготавливаются из разных туникат, а именно — из сальп и пирасом.

Основа домиков тоже различна. Сальпы либо одиночные животные, либо слабо связаны в колонии-цепочки. В любом случае рачок создает себе жилище из стенки-туники одной особи, выедая ее внутренности и сгрызая выросты. Пирасомы же (или огнетелки; такое название дано за способность ярко светиться) всегда колониальны: многие сотни маленьких зооидов заключены в общую тунику³. Эти пелагические родственники асцидий напоминают вытянутый полый цилиндр, открытый с одной стороны. Фронима делает свой домик из целой колонии пирасом. Сначала

обрабатывает наружную поверхность туники: счищает выступающие из нее части зооидов и проделывает второе отверстие напротив уже имеющегося. Затем наступает черед внутренней отделки. Рачок извлекает зооидов из стенки колонии, причем весьма неделикатно — обгрызает каждого вокруг места его крепления и вытягивает одним резким движением головы. Полости, образовавшиеся в тунике, затягиваются сами собой. Все что составляло колонию пирасом, кроме туники, идет в пищу фрониме.

Однако справиться с крупной сальпой или пирасомой могут только 2—3-сантиметровые рачки вроде *Ph.sedentaria*, *Ph.solitaria* или *Ph.atlantica*. Но в океане водятся и не столь внушительных размеров фронимы. Как же обходятся они?

Мелкие фронимы часто селятся в домиках, сделанных из

³ Виноградова Н. Г. Тип Хордовые (Chordata): подтип Оболочники, или Личиночордовые (Tunicata, или Urochordata) // Жизнь животных. М., 1988. Т.2. С.256—285.

² Laval P. // Journ. of Experimental Marine Biology and Ecology. 1978. V.33. P.187—211.

тел других обитателей моря — сифонофор. Эти дальние родственники медуз — колонизальные планктонные кишечнополостные, причем каждая особь в колонии сильно трансформирована и способна выполнять только одну определенную функцию. По сути, отдельные члены колонии как бы превратились в органы единого сверхорганизма сифонофоры. За движение в толще воды отвечают особи-нектофоры, этакие мускулистые прозрачные мешочки или колпачки. Сжимаясь, они выбрасывают из себя струю, и животное перемещается. У одних сифонофор нектофоров много, у других же, например каликофорид, — всего два. Их-то и приспособливают для жилья мелкие фронимы. Мне случалось находить в пробах 6—7-миллиметровых самок *Pb.colleti* (пожалуй, самых изящных из всех фроним), которые сидели в отдельных колпачках каликофорид вместе с пятью—шестью личинками, вцепившимися в стенки домика. В отличие от бочонка, сделанного из туники сальпы, домик из нектофора открыт только с одной стороны, но для проточной вентиляции около вершины колпачка фронима прогрызает «форточку» — небольшое аккуратное овальное отверстие⁴.

Взаимоотношения фроним с туникатами и сифонофорами очередной раз показывают относительность многих привычных понятий, на сей раз таких, как «хищник» и «паразит». В самом деле, если бы рачок напал на небольшую сальпу и съедал ее, его следовало бы назвать хищником, сидящего же в ее оболочке и отгрызающего кусочки, но не доводящего сальпу до гибели — паразитом. Поведение же фроним не укладывается в эти рамки. Вероятно,

в далеком прошлом их взаимоотношения с туникатами и сифонофорами соответствовали определению паразитизма, но ныне изменились настолько, что назвать их паразитическими нельзя. Однако и классическим паразитизмом эти отношения не стали.

Фронимы интересны еще и тем, что у них, как позволяют предполагать недавние исследования, помимо обычного пищеварения, существует еще и наружное, при котором пища переваривается не в желудке, а вне организма — с помощью специально выделяемых ферментов. В разных группах беспозвоночных такой тип пищеварения изредка встречается, но за ракообразными пока не значился. У фроним он может обеспечиваться первыми парами грудных ножек. При детальном изучении выяснилось, что они имеют уникальные, нигде пока более не обнаруженные, морфологические образования⁵. От основания коготков каждой ножки отходит пара широких подвижных гребенчатых пластинок, причем зубчики одной подходят к зубчикам другой как две половинки застежки «молнии». На фотографии, сделанной в сканирующем электронном микроскопе, видно, что стенки пластинок покрыты густыми рядами специфических выростов — микрофиламентов, снабженных порами и каналами.

Такие пластинки найдены у всех видов фроним и близкородственной им *Phronimella elegans*. Этим образованиям приписывают чистку коготков и ротовых частей, отпиливание кусочков пищи, выжимание лишней жидкости из водянистых тканей сальпы и сифонофор, а также другие функции. Однако есть основания полагать, что микрофиламен-

ты, густо покрывающие пластинки, служат для выделения ферментов, которыми перевариваются запертые в «молнии» кусочки добычи и таким образом пища подготавливается к перевариванию в желудке. А возможно, непосредственно через поры микрофиламентов происходит и всасывание, а далее питательные вещества направляются во внутренние системы рачка. Тут стоит вспомнить, что пищеварительная система фроним сильно упрощена по сравнению с типичной для амфипод⁶. И, может быть, не только потому, что основная пища этих необычных рачков — мягкие ткани желейных...

Так что фронимы не перестают преподносить сюрпризы, хотя известны уже очень давно. Первые сборы этих рачков принадлежат П.Форскалю, шведскому востоковеду и биологу, отправившемуся в качестве натуралиста в датскую экспедицию 1761 г. в «арабские моря», в район теперешнего Йемена. Из шести ученых — участников той экспедиции — только одному, картографу К.Нибургу, было суждено вернуться через шесть лет в Данию. Он сумел сохранить и привезти сборы экспедиции и около 1800 записей Форскаля, которые позже переработал в фундаментальные труды «*Flora Aegyptiaco-Arabica*» и «*Descriptiones Rerum Naturalium*» (1775). В последнем описывается примерно 3000 животных, включая новый вид *Cancer sedentarius* — ныне *Phronima sedentaria*. Часть сборов Форскаля уцелела до наших дней, и среди них — один из первых «влажных» зоологических препаратов, типовой экземпляр этой фронимы. В бочонке. Он хранится в Копенгагенском зоологическом музее. ■

⁴ Виноградов Г. М. // Тр. Ин-та океанол. АН СССР. 1990. Т.124. С.27—104.

⁵ Zelickman E.A., Por F.D. // Journ. of Natural History. 1996. V.30. P.1193—1213.

⁶ Coleman C.O. // Journ. of Crustacean Biology. 1994. V.14. № 2. P.346—370.

Школа по прикладной сверхпроводимости на исходе века

Научные сообщения

Л.С.Ширшов
Противно

21 —26 мая 2000 г. на базе отдыха «Курчатовец» прошла Школа по прикладной сверхпроводимости. Ее проведение, как отметил председатель Оргкомитета профессор Виктор Ефимович Кейлин, стало возможным благодаря финансовой поддержке Минатома и Миннауки. Свыше 80 участников представляли коллективы 19 организаций, занимающихся проблемами технической сверхпроводимости. Среди «учеников» и докладчиков преобладала молодежь, и это особенно отрадно.

В последнее время эта область исследований преодолела чисто академические рамки, сверхпроводимость из разряда экзотических явлений перешла в прикладную сферу¹. Так, месяц назад в Японии была испытана большая модельная катушка для проекта управляемого термоядерного синтеза, известного под названием ИТЭР². Обмотка выполнена лентой из низкотемпературного сверхпроводящего сплава Nb—Sn, имеет

длину около 3 м и внутреннее отверстие диаметром 1.5 м. На оси катушки достигнуто рекордное для таких конструкций магнитное поле индукцией 13 Т. Кабель толщиной с руку пропускал ток 46 кА.

Разработке и использованию высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) для обмоток магнитных систем был посвящен доклад В.Е.Кейлина (РНЦ «Курчатовский институт», ИСФТТ). Докладчик детально охарактеризовал качества современных ВТСП-материалов и основные трудности, возникающие при их внедрении: сильную зависимость критического тока от магнитного поля, а также хрупкость материалов. Длина ВТСП-проводов достигает уже сотен метров, а использование ленточек на основе висмута позволяет избежать механических проблем. В настоящее время ВТСП-материалы используются в катушках подмагничивания токоограничителей и лабораторных магнитах. Изготовлена модель трехфазного ограничителя тока на основе ВТСП.

Другой областью внедрения стали электрические машины с ротором из объемных ВТСП-элементов. Сотрудники Московского авиационного

института (МАИ) С.А.Ларионова и К.А.Модестова рассказали о достижениях наших специалистов в создании подобных синхронных и гистерезисных двигателей на фоне мировых разработок. В моторах отсутствуют ВТСП-провода, используется объемная намагниченность массивного ротора, сделанного из керамики по уже развитой технологии. Сконструированы также двигатели, в роторах которых ВТСП-материалы комбинированы с железом, что позволяет создать в якоре две ортогональные плоскости: диамагнитную и ферромагнитную. Для уменьшения потерь на трение используется «левитирующий» подвес. В разработке двигателя мощностью 100 кВт, работающего при азотных температурах, успешно сотрудничают ряд наших институтов (МАИ, Всероссийский электротехнический институт — ВЭИ, ВНИИ неорганических материалов им.Бочвара, институты из Черноголовки) и несколько германских фирм. Уже созданы и прошли испытания двигатели на 20 и 38 кВт. В рамках программы АНТК им.Туполева по созданию «криогенного» самолета, использующего в качестве топлива жидкий водород, ведется разработка

¹ См., напр.: Конференция «ИСФТТ-99»: прикладная сверхпроводимость // Природа. 1999. №6. С.97—98.

² Подробнее об этом проекте см.: Мирно в С. В. Токамаки: триумф или поражение? // Природа. 1999. №12. С.26—37.

авиационной турбины. Уже изготовлена ее модель с ярмом всего 70 мм в диаметре при мощности 4 кВт и скорости вращения вала до 24 тыс. об/мин. Главное преимущество подобных машин — улучшение массогабаритных характеристик, особенно критичных в авиационно-космической технике.

Одна из наиболее актуальных областей использования ВТСП — мощные токовводы. Проблеме поиска оригинальной конструкции токоввода на основе ВТСП был посвящен один из круглых столов, в котором приняли участие три десятка специалистов. Кейлин, занимающийся этой проблемой более 30 лет, осветил непростой путь создания токопровода к приборам, расположенным в низкотемпературной зоне. В обычных проводниках максимальный ток жестко ограничивается выделяющимся теплом Джоуля—Ленца, в сверхпроводниках тепловой эффект отсутствует, но ограничены области рабочих температур, внешних магнитных полей и плотностей протекающего тока.

Попытки создать токовводы на основе ВТСП-керамики пока не принесли успеха, образцы получаются слишком массивными и хрупкими. Ленточные ВТСП лучше справляются с этой задачей: амери-

канские технологи сделали и уже испытали образцы токовводов на 13 кА для Большого адронного коллайдера (ЛНС), сооружаемого в ЦЕРНе. В ЛНС используется около 8 тыс. магнитов из низкотемпературных сверхпроводников (работающих при гелиевых температурах). Проблема теплопритока в холодную зону по токовводам стоит особенно остро. Американские токовводы имеют сложную трехступенчатую конструкцию из лент висмутсодержащего ВТСП, упакованных в серебряную матрицу с 1%-й добавкой золота. Скорость нарастания тока достигает 5 кА/с, изоляция токовводов выдерживает перенапряжение 1.1 кВ, теплоперенос в холодную зону не превышает 80 мВт.

ВТСП-материалы в ускоренном темпе преодолевают этапы пути, пройденные ранее интерметаллическими соединениями. В настоящее время используются серебряные трубки, в которые загружают компоненты висмутового соединения. Исходная заготовка подвергается экструзии, а затем проволока отжигается при высокой температуре, в процессе чего получается химическое соединение необходимого состава. Оптимизация теплообмена в такой проволоке требует легирования матрицы золотом, что

значительно увеличивает цену проволоки. Так или иначе, но в конце концов на базе ВТСП получают многоволоконный кабель, пропускающий огромный ток. На факультативных занятиях «школьникам» из РНЦ «Курчатовский институт», ИФВЭ, ВНИИНМ им.Бочвара и МИФИ удалось создать вариант конструкции ВТСП-токоввода для корректирующих магнитов ЛНС, удовлетворяющий требованиям ЦЕРНа. В ходе занятий Школы по прикладной сверхпроводимости было заслушано свыше 40 докладов, часть сообщений обсуждалась в ходе круглых столов, проводивших дискуссии по актуальным вопросам. Помимо прикладных аспектов был рассмотрен и ряд методических, связанных с проведением исследований и описанием наблюдаемых явлений (доклады Л.М.Фишера из ВЭИ о размерном эффекте в жестких анизотропных сверхпроводниках, А.А.Пухова из Института теоретической и прикладной электродинамики РАН об использовании теории групп).

Приятно констатировать, что на пороге нового века работы по столь перспективному направлению в нашей стране активизируются, несмотря на все объективные трудности. ■

Далее сообщаемся

Пресноводные двустворчатые моллюски, или Происхождение фауны Австралии

А.В.Корнюшин

Уникальное своеобразие животного (равно как и растительного) мира Австралии с незапамятных времен привлекает внимание исследователей разных специальностей. Происхождение этого своеобразия — одна из давних и интригующих проблем биогеографии. По одной из гипотез, фауна Австралии считается реликтовой, сформировавшейся на основе фауны древнего суперконтинента Гондваны, который в мезозое включал все материки Южного полушария и п-ов Индостан, не имевший тогда связи с Азией. Предполагают, что после раскола Гондваны в течение некоторого времени существовали сухопутные мосты, связывавшие Антарктиду, оконечность Южной Америки, Австралию и Новую Зеландию. Весьма вероятно, сохранение в Австралии древних животных и растений, имевших прежде широкое (всесветное) распространение, произошло вследствие длительной изоляции, препятствовавшей проникновению их более продвинутых конкурентов.

По другой версии, учитывающей современное положение южного континента, на-



Алексей Вадимович Корнюшин, кандидат биологических наук, научный сотрудник Института зоологии Национальной академии наук Украины. Область научных интересов — систематика пресноводных двустворчатых моллюсков.

земные или пресноводные организмы мигрировали в Австралию с ближайшей суши (из Юго-Восточной Азии), преодолев морские проливы или используя мосты, существовавшие в относительно недавнем прошлом между отдельными островами Зондского архипелага.

Так или иначе оказавшиеся в Австралии предки современных животных развивались в условиях изоляции, что и обусловило появление на этом континенте большого количества эндемиков. Чтобы разобраться в проблеме их происхождения, необходимо получить убедительные ре-

зультаты на основе тщательного изучения конкретных групп, подчас довольно узких (семейств или даже отдельных родов). Судить о том, относится та или иная группа организмов к реликтам или недавним переселенцам, можно по ее родственным связям. В первом случае близких родственников либо вообще нет, либо они обитают на отдаленных континентах; во втором — вероятных предков следует искать где-то поблизости.

Исследования конкретных таксонов животных выявили в фауне Австралии как древние (трансконтинентальные), так и относительно недавние

(южноазиатские) связи. Примерами относительно недавних вселенцев среди млекопитающих могут служить рукокрылые и мышевидные грызуны. Наиболее известный пример древней, реликтовой группы — млекопитающие отряда сумчатых, которые кроме Австралии представлены сейчас только в Южной Америке (ископаемые остатки были найдены и на других континентах). Другой, не менее яркий, пример — двоякодышащие рыбы, три современных рода которых распространены в Южной Америке, Африке и Австралии, т.е. на всех крупных блоках Гондваны.

Есть и среди моллюсков древние таксоны. Так, двустворчатые моллюски семейства *Hyriidae* (отдаленные родственники перловиц и беззубок) и пресноводные улитки рода *Glacidorbis* представлены, подобно сумчатым, в Австралии и Южной Америке¹. Однако родственные связи с обитателями Юго-Восточной Азии выявляются в этой группе гораздо чаще. Поэтому авторы последних биогеографических обзоров по пресноводным моллюскам вообще отрицают существование реликтовых таксонов в Австралии, считая пресноводную малакофауну этого континента производной от азиатской² или оставляя вопрос о ее происхождении открытым³.

К сожалению, пресные воды Австралии в целом изучены пока еще недостаточно. Многие обитающие здесь группы до сих пор не привлекались к решению биогеогра-

фических проблем. Между тем именно такой подход может оказать существенную помощь в установлении путей формирования фауны этого континента.

Шаровки и горошинки

В современной научной литературе эти самые мелкие (от 1—2 мм до 2 см) пресноводные двустворчатые моллюски объединены в надсемейство пизидиоидей (*Pisidioidea*). На всех континентах шаровки и горошинки освоили водоемы различных типов, в том числе и такие, где другие «двустворки» не живут, например родниковые топи и болота. То, что до сих пор эти моллюски не использовались в теоретических построениях, объясняется их недостаточной изученностью в некоторых регионах, а также отсутствием данных о родственных отношениях таксонов, особенно тех, представители которых обитают на разных континентах. Первое обусловлено мелкими размерами животных и скрытым образом жизни (большинство видов обитает в толще донных осадков), второе — дефицитом таксономически значимых признаков из-за простоты формы раковины и внутреннего строения моллюсков.

Отсутствие четких отличительных признаков у австралийских пизидиоидей привело к тому, что долгое время все разнообразие фауны этого региона сводили к двум видам, которых считали недавними мигрантами с севера. Естественно, такая бедная видами группа не представляла особого интереса для биогеографии. Ситуация изменилась, когда крупнейший знаток этих животных Дж.Кейпер провел ревизию надсемейства⁴. По его мнению, в Австра-

лии обитает 11 видов пизидиоидей, 10 из них — эндемики. Особенно важным оказалось открытие здесь вида из рода (в других классификациях подрода) *Afropisidium*, другие представители которого обитают в Индии, Африке, Южной Америке, Австралии и Новой Зеландии. Таким образом, для одной группы был показан достаточно полный гондванский ареал.

За последние 15 лет появились основания для новой ревизии пизидиоидей. Во-первых, в австралийских музеях, особенно Сиднея, был накоплен значительный неопределенный материал, в том числе из регионов, где мелких пресноводных двустворок прежде не находили. Во-вторых, в последние годы в результате изучения европейских пизидиоидей удалось обнаружить новые диагностические признаки, значимые для построения системы и реконструкции филогенеза.

Немного подробнее остановимся на анатомических признаках наших подопечных. В систематике многих групп животных для выявления четких отличий между видами с успехом используются признаки морфологии половой системы. Видимо, это связано с тем, что возникновение различий в строении копулятивных органов — один из путей формирования репродуктивной изоляции. У пизидиоидей, к сожалению систематика, половая система устроена очень просто. Она включает лишь гонаду, где образуются и мужские, и женские половые клетки и короткий выводной проток. Изменчивость такой структуры минимальна, поэтому стандартные подходы для нашей группы неприменимы. И все же мы обнаружили несколько таксономических признаков, тщательно изучив внутреннее строение и особенности биологии пизидиоидей. Так, в результате приспо-

¹ McMichael D.F. Australian inland waters and their fauna. Canberra, 1967. P.123—149; Meier-Brook C., Smith B.J. // Archiv für Molluskenkunde. 1943. Bd.106. №4—6. S.191—198.

² Старобогатов Я.И. Фауна моллюсков и зоогеографическое районирование континентальных водоемов земного шара. Л., 1970.

³ Taylor D.W. // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 1988. № 62. P.511—576.

⁴ Kuiper J.G.J. The Sphaeriidae of Australia. Basteria, 1983. P.3—52.

собления к разным субстратам и положению в грунте у них возникли различия в строении края мантии и расположении пучков мантийных мускулов.

Кроме того, в зависимости от размеров тела у представителей разных подродов и родов в той или иной степени редуцированы жабры. Помимо обычных для двустворчатых моллюсков функций дыхания и фильтрации, жабры пизидиоидей причастны еще и к воспроизводству: в них находятся особые камеры — выводковые сумки, в которых развиваются эмбрионы. Число, строение и тип развития этих выводковых сумок также может быть разным.

Наконец, наша группа моллюсков характеризуется прогрессивным развитием выделительных органов — нефридиев, которые у пизидиоидей, как и у многих других пресноводных животных, выполняют функцию осморегуляции — удаления из организма избытка воды. В строении нефридиев также есть особенности, характеризующие виды и надвидовые таксоны.

Итак, в распоряжении систематика пизидиоидей появился целый арсенал признаков, с помощью которых в фауне Палеарктики удалось выделить группировки (таксоны) разного ранга, характеризующиеся четкими анатомическими диагнозами⁵. Теперь в зависимости от уровня развития выводковых сумок мы предлагаем среди пизидиоидей выделить три семейства вместо одного с двумя большими родами: горошинок (по старой классификации род *Pisidium*) разделить на два семейства *Pisidiidae* и *Euglesidae*, а род шаровок (*Sphaerium*) считать семейством (*Sphaeriidae*). Многие группировки, прежде считавшиеся

подродовыми, должны получить родовой статус (как *Musculium* и *Sphaerinova* в составе семейства *Sphaeriidae*, *Odbneripisidium* и уже упомянутый *Afropisidium* в семействе *Pisidiidae*, а *Euglesa* соответственно в семействе *Euglesidae*).

Конечно, новые подходы вызывают споры, предлагают различные варианты классификации, многие систематики придерживаются прежних взглядов. Очевидно, пройдет еще немало времени, пока будет разработана система, в полной мере отражающая родственные отношения видов. Но уже сейчас ясно, что с помощью анатомических признаков мы сможем оценить эти отношения точнее, чем по строению раковин. Поэтому чрезвычайно интересно было бы установить эти признаки у австралийских пизидиоидей и сравнить с морфологическими особенностями их сородичей, обитающих на других континентах.

Новые данные

Возможность поближе познакомиться с шаровками и горошинками Австралии представилась в 1996 г., когда мне предложили заняться определением и изучением обширной коллекции Музея Австралии в Сиднее. Помимо работы в самом музее, которая конечно занимала большую часть отведенного времени, удалось провести и собственные полевые исследования в Голубых горах (массив Большого Водораздельного хребта к западу от Сиднея) и в бассейне р.Дарлинг.

По нашим данным, в Австралии обитает 16 видов пизидиоидей, четыре из них оказались новыми для науки⁶. У не-

которых видов, вероятно, есть подвиды. По литературным данным, цифры, приводимые для хорошо изученных регионов, сильно разнятся из-за большого числа спорных форм, которые одни авторы признают самостоятельными видами, а другие — считают лишь внутривидовыми вариациями. Заметим, что в европейской фауне сторонники «объединительного» и «дробительного» подходов насчитывают соответственно 30 и более 100 видов. В Австралии же, даже если признать видами все формы, считающиеся сейчас внутривидовыми вариациями, их число не превысит 30. Ожидать открытия большого числа новых таксонов не приходится, поскольку почти все территории с развитой речной сетью изучены уже достаточно хорошо. Таким образом, видовое богатство фауны пизидиоидей в Австралии в два-три раза меньше, чем в Европе, при том что площадь этих континентов примерно равны.

Не менее резок контраст при сравнении числа надвидовых таксонов — подродов и родов, которые в соответствии с нашей концепцией должны различаться не только по форме раковин, но и анатомически. В Австралии таких групп всего пять, в Европе и Северной Америке — не менее 15. Для объяснения этого феномена необходимо реконструировать историю группы в глобальном масштабе, что пока никем не делалось. На данном этапе исследований можно лишь предположить, что в пределах северного суперконтинента — Лавразии — формообразование у мелких пресноводных двустворок происходило более интенсивно. Нельзя исключить, однако, что в прошлом фауна Австралии была более богатой, а обеднела в результате неблагоприятных климатических условий

⁵ Корнюшин А. В. Двустворчатые моллюски надсемейства *Pisidioidea* Палеарктики: фауна, систематика, филогения. Киев, 1996.

⁶ Подробнее см.: Korniushev A. V. // Records of the Australian Museum. 2000. №52. P41—102.

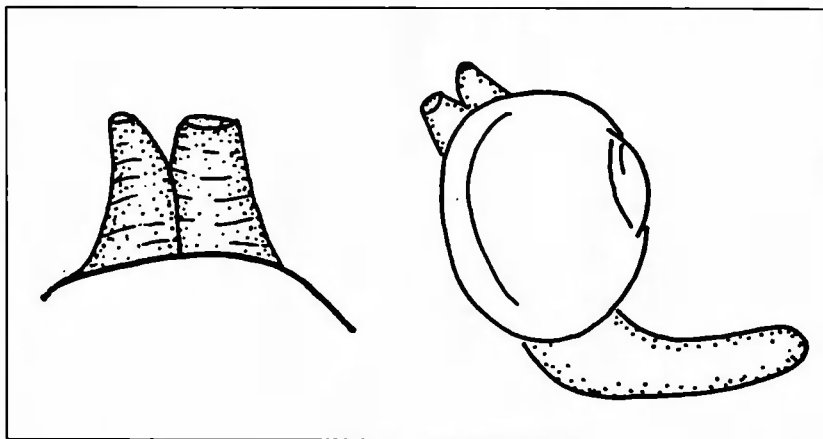
(прежде всего, из-за высокой температуры и недостаточного количества осадков). Известно, что шаровки и горошины тяготеют к холодным водам, и в Евразии их обилие и разнообразие отчетливо увеличивается по мере продвижения на север. В тропиках и субтропиках эти животные концентрируются в горных областях, в чем мы могли убедиться сами: на Большом Водораздельном хребте мелкие двустворки очень обильны в родниковых топях, ручьях и небольших речках, а вот в равнинных водотоках за четыре дня путешествия их не удалось найти ни разу. Чтобы собрать для музея достаточное количество материала потребовались годы.

Трансконтинентальные связи

Наиболее характерные признаки выделенных нами пяти групп австралийских пизидиодей собраны в таблице, представленной ниже. Попытаемся проследить теперь родственные связи каждой из них, пользуясь как традиционными методами сравнительного анализа (по строению раковины), так и современными подходами, основанными на изучении анатомии.

Все австралийские шаровки, несомненно, близкородственны и относятся к одному роду *Sphaerinova*. По строению выделительных органов они примыкают к широко распространенному роду *Musculium*. Интересно, что основные отличительные признаки австралийского рода (слабая мускулатура сифонов и тенденция к смещению макушки назад) весьма необычны для *Sphaeriidae*, но характерны для более продвинутых семейств — *Pisidiidae* и *Eugleidae*.

Явная редукция сифональных мускулов, свойственная



Сифоны моллюсков двух видов — европейского *Musculium lacustre* (слева) и австралийского *Sphaerinova tasmanica*.

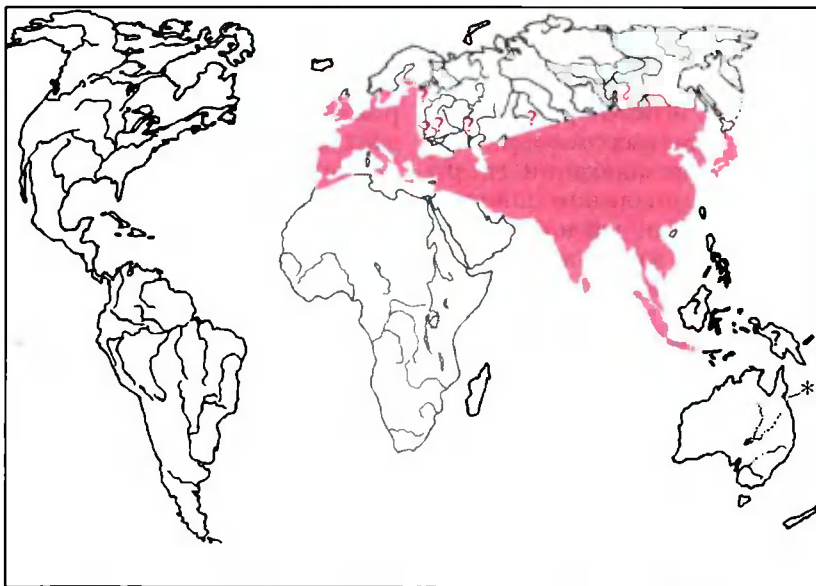
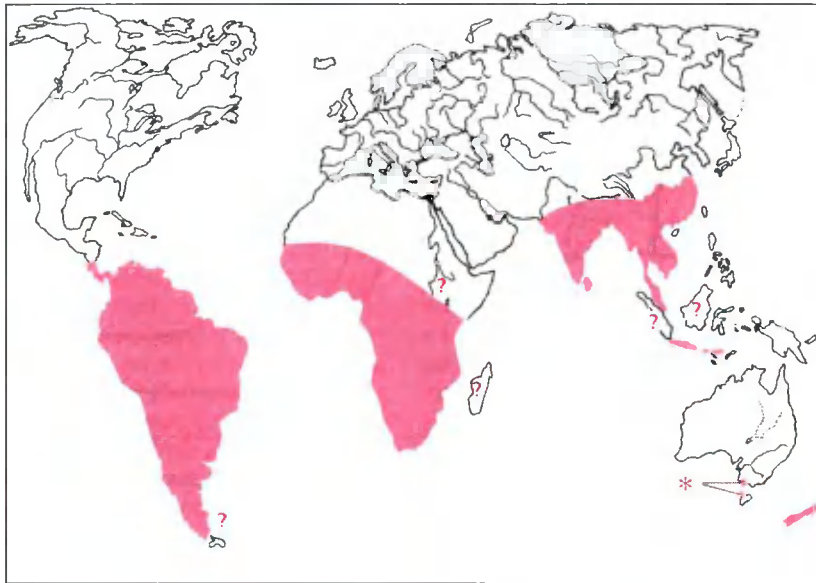
всем *Sphaerinova*, вероятно связана с укорочением самих сифонов. К сожалению, форму сифонов можно разглядеть только у живых особей, поскольку при фиксации спиртом или формалином они вытягиваются. Нам удалось наблюдать за живыми особями только двух видов, и у обоих сифоны действительно оказались заметно короче, чем у европейских или североамериканских *Musculium*. Кстати, и по этому признаку *Sphaerinova* демонстрирует некоторое сходство с горошинками (*Pisidiidae* и *Eugleidae*). Может быть, это сходство не случайно, и мы имеем дело действительно с переходной группой между шаровками и горошинками, но доказательств такой гипотезы пока недостаточно.

В род *Sphaerinova* до сих пор включали только австралийские виды. Однако изучение анатомии шаровок, обитающих в других тропических и южных умеренных зонах (Южной Америке, Южной Африке, Индии, Новой Зеландии), показало, что и здесь, вероятно, есть родственные австралийским формы, характеризующиеся слабыми сифональными мускулами и сме-

щенными назад макушками⁷. Анатомическое сходство индийских и австралийских шаровок, казалось бы, подтверждает традиционные представления о миграции предков австралийских *Sphaerinova* из Азии. Однако «мешает» отсутствие промежуточных форм в Индокитае и на о-вах Зондского архипелага, лежащих на пути предполагаемой миграции. Кроме того, некоторые виды австралийской фауны характеризуются признаками (например, относительно толстостенной раковины), которые в пределах надсемейства представляются примитивными и могли быть у общего предка *Sphaerinova*, что свидетельствует в пользу древности австралийской фауны.

К сожалению, гипотезы, основанные на сходстве в редукции органов, довольно уязвимы, так как этот признак мог возникнуть в ходе параллельной эволюции в неродственных группах. Однако нельзя забывать, что все территории, где обитают шаровки со смещенными назад макушками и редуцированными сифональными мускулами, входили

⁷Korniushin A.V. //Vestnik Zoologii. 1998. V.32. №3. P3—12.



Ареалы двух родов семейства Pisidiidae – *Afropisidium* (сверху) и *Odbneripisidium*. Знаками вопроса отмечены предполагаемые, но неподтвержденные местообитания, звездочкой – области распространения австралийского вида.

в состав южного суперконтинента, а потому обсуждаемая группа, вероятно, — элемент фауны Гондваны.

Еще более показателен с точки зрения современной теории дрейфа континентальных плит ареал рода *Afropisidium* (из семейства

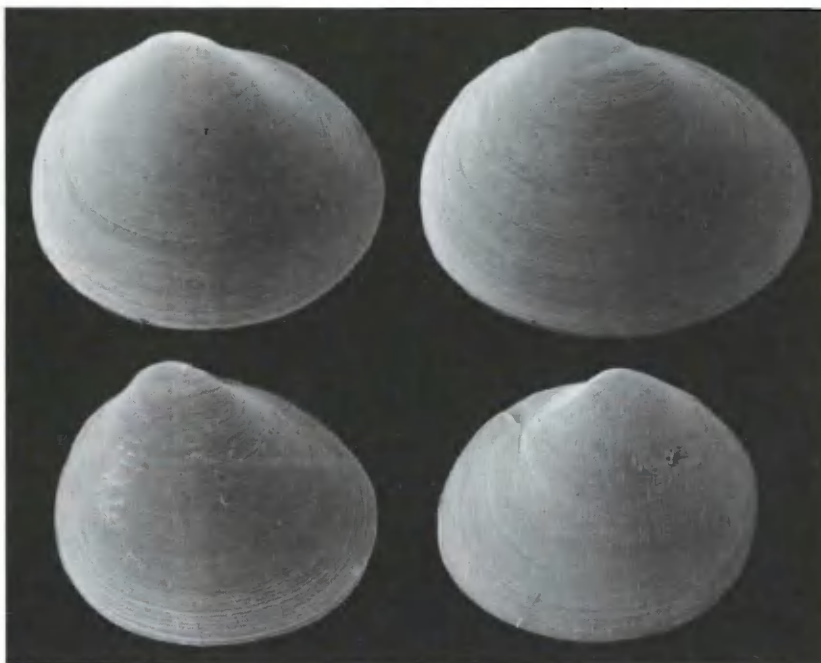
Pisidiidae), на который обратил внимание еще Кэйпер. Единственный австралийский вид этого рода обитает на самом юге континента и на севере о.Тасмания, т.е. отделен тысячами километров от ближайших сородичей, распространенных в Новой Зеландии,

тропической Азии, Африке и Южной Америке. Такие ареалы характерны для реликтов, сохранившихся до наших дней в части некогда обширной области распространения. Как и в предыдущем случае, австралийский вид можно считать примитивной формой или даже предком всей группы. Этому есть и еще одно свидетельство. Дело в том, что у представителей рода *Afropisidium* сильно редуцированы сифоны, мантийные мускулы, жабры и нефридии. Похоже, это связано с уменьшением размеров моллюсков, а если это так, то мелкие виды в данном случае — более древние. Австралийский вид как раз отличается наименьшими размерами (не более 2.5 мм), а вот некоторые азиатские и американские виды вдвое крупнее (до 5 мм), по-видимому, у них произошло вторичное увеличение размеров, но без восстановления утраченных органов. Это, конечно, не означает, что род *Afropisidium* возник в Австралии. Как мы уже говорили, у его предков, вероятно, был обширный ареал, но сохранили свой первоначальный облик они именно здесь.

Другой род того же семейства — *Odbneripisidium* — описан для Австралии впервые. Кстати, его присутствие на этом континенте было предсказано Кэйпером в 1983 г. на основании анализа ареалов известных тогда видов, распространенных в Центральной, Южной и Юго-Восточной Азии, включая о-ва Зондского архипелага. Хранящиеся в коллекции сиднейского музея экземпляры собраны в тропических лесах на севере штата Квинсленд — именно там, где и предполагалось найти этот род. По строению раковины и анатомическим признакам новый вид сходен с азиатскими представителями рода, кроме того, расстояние между их ареалами срав-

нительно невелико, а потому их миграция в недавние геологические эпохи вполне вероятна.

С семейством *Euglesidae* еще не все ясно: в Палеарктике различают до восьми родов* (но это деление носит дискуссионный характер), австралийские виды мы пока условно включаем в род *Euglesa*. По крайней мере, они образуют две группы, четко различающиеся по признакам раковины и анатомии. Первая — включает три вида (наиболее распространен *E.cara*), которые можно узнать по характерным концентрическим ребрышкам, равномерно покрывающим наружную поверхность створок. Что же касается анатомии, то виды со сходными признаками мантии и жабр (см. табл.) известны из Южной Африки^о и Голарктики (области, объединяющей Европу, Север Азии и Северную Америку). Интересно, что австралийские представители снова оказываются наиболее примитивными в этом ряду, а от южноафриканских форм можно «перебросить мостик» к европейским видам, относимым сейчас к роду *Cingulipisidium*. Весьма вероятно, что мы имеем дело с таксоном, сформировавшимся в Южном полушарии и распространившимся на



Близкие виды рода *Euglesa*: вверху — *E.etheridgei* (слева), широкораспространенный на востоке Австралии, и *E.ballae*, распространенный вдоль Большого Водораздельного хребта; внизу — *E.tasmanica* (слева), встречающийся на юго-востоке континента и на севере Тасмании, и *E.fultoni* из озер центральной Тасмании.

север, благополучно достигнув Арктики.

Вторая группа включает пять видов, из которых наиболее распространен и известен *E.etheridgei*. О степени дивергенции этих видов можно судить по особенностям раковин, анатомические их признаки практически идентичны. Виды с таким же сочетани-

ем анатомических признаков известны из Африки, Индии, Юго-Восточной Азии и бассейна Амура (похоже, мы имеем дело с таксоном, подобным по характеру родственных связей роду *Sphaerinova*). Эта группа также могла произойти от предка, распространенного в древней Гондване, но наличие близкого вида в Юго-Восточной Азии позволяет допустить и недавнюю ее миграцию с севера.

Подводя итог, отметим, что новые данные противоречат сложившимся представлениям о миграции предков всех австралийских шаровок и горшин из Юго-Восточной Азии. По нашему мнению, лишь отдельные таксоны (например, *Odbneripisidium*) могли попасть в Австралию таким путем. Большинство же представителей изученного надсемейства довольно свое-

*Корнюшин А. В. Цит. соч.
^о Korniyushin A. V. // Journ. Moll. Stud. 1995. №61. P.163—172.

Надвидовые группировки австралийских пизидионид и их важнейшие отличительные признаки

Семейство <i>Spbaeritidae</i>	Семейство <i>Pisidiidae</i>		Семейство <i>Euglesidae</i>	
<i>Spbaeritova</i>	<i>Afropisidium</i>	<i>Odbneripisidium</i>	<i>Euglesa</i>	
Смещенная назад макушка, слабые сифональные мускулы	Выступающий лигамент	Погруженный (интровертированный) лигамент	Ребристая раковина, короткая мантийная спайка*, большая наружная жабра	Гладкая раковина, удлиненная мантийная спайка*, маленькая наружная жабра

* Мантийная спайка — срастание правого и левого листков мантии впереди сифонов.



Горные и предгорные ручьи — излюбленные местообитания австралийских шаровок и горошин.

образны, и есть веские основания причислить их к древним (гондванским?) элементам австралийской фауны. В этой связи следует отметить, что современные роды *Sphaeriidae* известны с Верхнего Мела, и их возникновение следует отнести к еще более ранним эпохам, когда перемещения моллюсков между расходящимися блоками Гондваны были еще возможны.

О чем говорят видовые ареалы

Если исследование ареалов крупных групп (таксонов высокого ранга) позволяет реконструировать историю фауны в целом, проследить пути ее происхождения, то сопоставление видовых ареалов дает

представление о процессах видообразования в пределах одной зоогеографической области. С этой точки зрения Австралия представляет несомненный интерес. Так, классическими стали исследования по видообразованию у птиц, выполненные в 60-е годы А.Кистом¹⁰. Свообразные «горячие точки», характеризующиеся интенсивными процессами видообразования, выявлены и в ходе изучения пресноводных улиток этого континента¹¹. Эти процессы интенсивно изучаются с применением современных методов молекулярной биологии и популяционной генетики, и есть надежда, что полученные результаты внесут нечто новое в наше по-

¹⁰ См.: Майр Э. Популяции, виды и эволюция. М., 1974.
¹¹ Ponder W. et al. // Australian Journ. Zool. 1994. №42. P557—678.

нимание механизмов географического видообразования.

Среди мелких двустворчатых моллюсков Австралии интенсивное видообразование можно наблюдать в трех группах. Показателен в этом отношении род *Sphaerinoa*, представители которого широко распространены и характеризуются наибольшей географической изменчивостью. Ареал типового вида, *S. stantmanica*, охватывает всю восточную часть континента. Географически удаленные популяции этого вида различаются по размерам и пропорциям раковины, положению макушки, ширине замка, и наиболее отличающуюся форму, распространенную в тропиках северного Квинсленда и Северной территории, мы рассматриваем в качестве особого подвида.

Другие виды рода имеют более узкое распространение. Так, *S.tatiarae* обитает на юго-востоке континента и на севере Тасмании. Новый вид обнаружен в ограниченной области на западном склоне Большого Водораздельного хребта. Своеобразный вид *S.kendricki* — единственный представитель надсемейства в Западной Австралии, обладающий явным сходством с видом из лагун на юго-востоке континента.

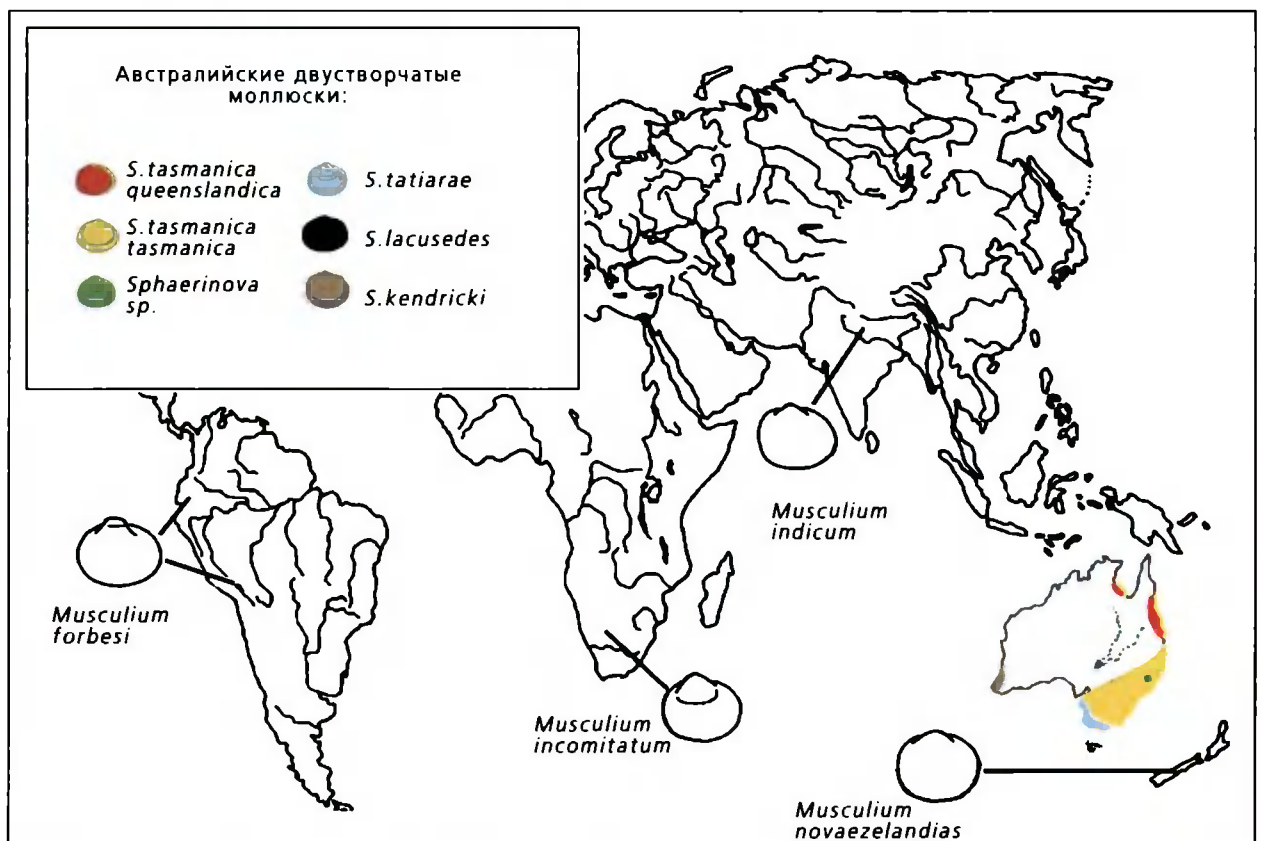
Наконец, *S.lacusedes*, у которой ярко выражена редукция части зубов замка, обитает лишь в Центральной Тасмании.

Среди австралийских *Euglesidae* также есть виды, которые широко распространены на востоке континента

(*E.etheridgei*, *E.cara*), и виды с ограниченным распространением. Показательно, что ареал *E.tasmanica* практически совпадает с ареалом *S.tatiarae*, а *E.fultoni* обитает в тех же озерах Центральной Тасмании, что и *S.lacusedes*. Два вида эуглезид — *E.ballae* и *E.ponderi* — распространены вдоль Большого Водораздельного хребта. Чрезвычайно интересна находка еще одного нового вида моллюсков в пустынном оазисе в центре Австралии, в тысячах километров от ближайшей обводненной территории.

Отметим, что некоторые из названных видов (например, *E.etheridgei* и *E.ballae*) пока не найдены на одной территории. Это значит, что

мы не можем пока строго доказать их самостоятельность. Дело в том, что, в соответствии с биологической концепцией, основным критерием вида признается его репродуктивная изоляция, т.е. отсутствие (или крайняя ограниченность) обмена генетической информацией с особями других видов. При отсутствии данных экспериментального скрещивания (постановка таких экспериментов на наших животных чрезвычайно затруднительна) о репродуктивной изоляции судят как раз по отсутствию переходных форм в местах контакта (совместного обитания) предполагаемых видов. Не исключено, в некоторых группах австралий-



Ареалы австралийских двустворчатых моллюсков рода *Sphaerinova* и места находок сходных форм на других континентах.

ских шаровок и горошинок процесс видообразования еще не завершен. Известны также своеобразные локальные формы, приуроченные к отдельным горным массивам (например, популяции *E. etheridgei*, обитающие в водоемах горы Капутар, отличающиеся необычно крупными размерами), которые, возможно, представляют собой начальные стадии видообразования. Для определения их статуса нужны дополнительные исследования.

Закономерности, выявленные при изучении распространения австралийских шаровок и горошинок, известны и для других групп животных, обитающих на этом континенте. Например, хорошо изучен орнитологами процесс видообразования, произошедший вследствие разобщения юго-восточных и юго-западных

популяций птиц в периоды засух. Другие случаи видообразования еще требуют объяснения. Наиболее интересны, на наш взгляд, процессы, происходившие в озерах Центральной Тасмании. Возникновение видов или подвидов, эндемичных для этого региона, может быть связано с чередованием оледенений и потеплений, подобно тому, как это происходило во время плейстоценовых оледенений в Евразии (с озерами ледникового происхождения явно связано видообразование у некоторых европейских *Euglesidae*). Происхождение видов, ареалы которых вытянуты вдоль Большого Водораздельного хребта, также можно связать с оледенениями.

Изучение мелких пресноводных двустворчатых моллюсков Австралии выявляет процессы древней и недавней эво-

люции, что весьма важно для понимания геологической истории континента и истории его фауны. В последние десятилетия ареалы и численность эндемичных моллюсков Австралии значительно сократились, что связано, вероятно, с интенсивным загрязнением водоемов стоками с полей и пастбищ. Хотя в настоящее время состоянию природной среды уделяют немало внимания, некоторые изменения уже необратимы. А потому так необходимы дальнейшие исследования фауны (в частности, пресноводной) южного континента, а также систематическая разработка обитающих здесь групп животных.

Автор благодарит Международной научный фонд и Музей Австралии за финансовую поддержку исследований. ■

Вулкан Майон — тревога пятого уровня

Отличающаяся красотой и симметричностью гора Майон (2462 м над ур.м.) — самый активный из вулканов Филиппинских о-вов. Верхние его склоны очень круты (до 40°); главный кратер находится на самой вершине. Впервые Майон извергался в 1616 г., причем характер его дальнейшей активности неоднократно менялся. Зафиксированы извержения как стромболианского типа (подобного извержениям вулкана Стромболи в Италии — с регулярными залповыми выбросами вулканических бомб и светлых, без пепла, газов), так и плининского (сходного с описанным Плинием взрывом Везувия в 79 г.). Пирокластические и грязевые потоки многократно скатывались по 40 ущельям, пересекающим склоны горы, нередко уничтожая посевы и жилища в близлежащих населенных пунктах.

С середины 1999 г. Майон, находящийся на юго-востоке главного филиппинского острова Лусон, начал проявлять беспокойство (Smithsonian Institution Bulletin of the Global Volcanism Network. 2000. V.25. №1. P.2). 22 мая над его вершиной возник столб пепла высотой около 10 км. Специалисты порекомендовали местным властям объявить тревогу второго уровня («умеренная опасность, извержение нельзя считать неизбежным»). 5 января 2000 г. произошел новый выброс пепла, тоже интенсивный, но на меньшую высоту. Примерно через месяц в вершинном кратере вырос купол из свежей лавы, после чего уровень тревоги был повышен («активизация процесса, магма поднялась к кратеру, извержение вероятно в ближайшие недели»). Показания теодолита свидетельствовали о продолжающемся быстром росте купола: в конце февраля 2000 г.

он достиг 24-метровой высоты при поперечнике около 74 м и начал ярко светиться. Затем лава стала переливаться через юго-восточную кромку кратера и медленно стекать вниз по ущелью Бонга. 23 февраля население деревень на расстоянии 7 км к юго-востоку от вершины было эвакуировано. Взрывы и фонтанирующие струи лавы заставили объявить тревогу четвертого уровня («опасное извержение неизбежно, вероятно в ближайшие сутки»). Жителям в радиусе 8 км от вершины пришлось готовиться к возможной эвакуации. На следующий день пирокластический поток активно пошел по ущелью Бонга, после чего тревога достигла пятого уровня («происходит локальное извержение»).

Наблюдение за извержением ведут сотрудники Филиппинского института вулканологии и сейсмологии.

Палеолитические лучники с берегов Сейма

А.А.Чубур,

кандидат исторических наук

Брянский государственный объединенный краеведческий музей

В 1994 г. курский археолог А.Н.Апальков с помощью местных школьников обнаружил на р.Сейм неизвестную палеолитическую стоянку. Название она получила по близлежащему селу — Быки. С 1996 по 1999 г. этот разрушающийся археологический памятник (Быки-1), а также открытые близ него стоянки Быки-2, -3 и -5 исследовала Сеймско-Деснинская палеолитическая экспедиция под руководством автора с участием сотрудников и студентов Курского государственного педагогического университета. Спонсорскую помощь нам оказала администрация Курской АЭС.

Хотя значительная часть культурного слоя стоянки Быки-1 была непоправимо разрушена строительными земляными работами и природными процессами, результаты раскопок превзошли ожидания. Удалось выявить следы капитальной, углубленной на метр в песчаный грунт, круглой полуземлянки диаметром 5 м с очагом и двумя входами — летним и зимним. Первый, словно люком, закрывался большой тазовой костью мамонта и был украшен черепом крупного бизона,

над зимним, к которому вел полутораметровый, углубленный в грунт лаз возвышался, вероятно, череп шерстистого носорога. Кости этого животного и мамонта вместе со сломом грунта удерживали на несохранившемся куполовидном деревянном каркасе покрытие из шкур. На вершине свода полуземлянки была установлена лицевая часть черепа мамонта, носовое отверстие которого играло роль отдушины-дымохода. В целом жилище напоминало углубленные в землю дома-валькары приморских чукчей, при сооружении которых использовались кости китов¹.

При раскопках были обнаружены и следы трех легких наземных сооружений. (Они были похожи на округлые шалаши индейцев Сьерра-Невады² или небольшие переносные чумы северных народов.) Их входы были обращены навстречу выходам из капитальной полуземлянки, создавая замкнутую планировку жилой площадки. Таким образом, на одном поселении налицо

жилища двух различных типов, использовавшихся людьми в разные сезоны.

Сделаны тысячи разнообразных находок — кости животных, угольки, костяные и кремневые орудия, заготовки и отходы производства, скопления минеральной краски, костяные поделки и, что особо примечательно, произведения искусства из камня и кости.

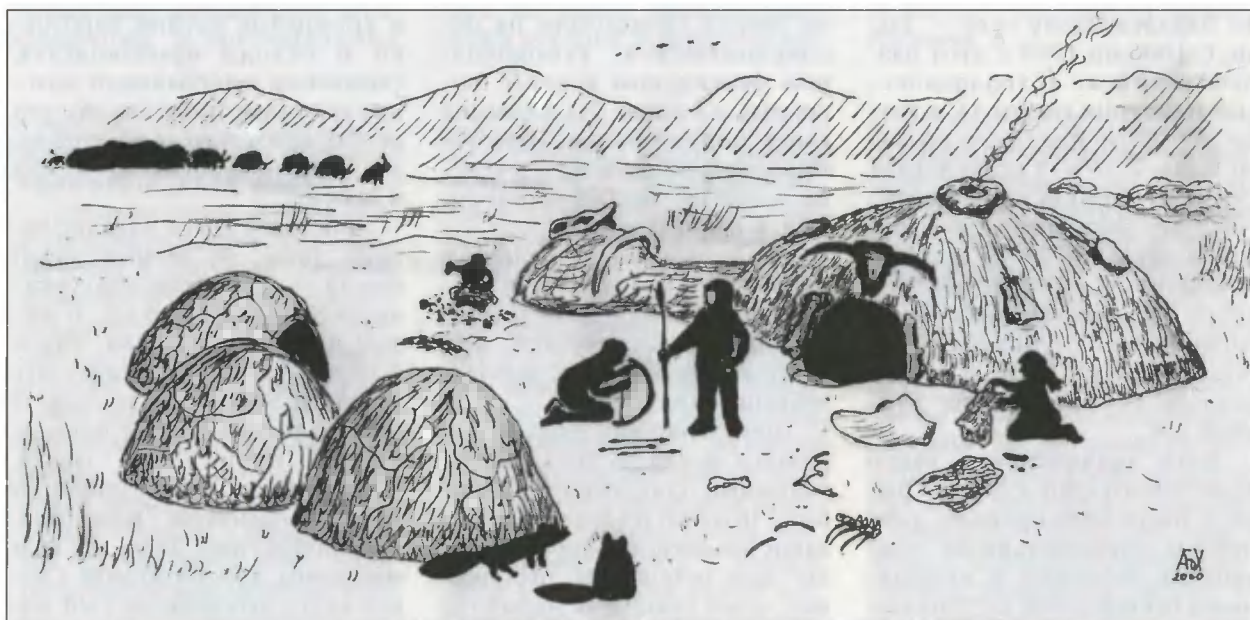
Наиболее яркое изделие такого рода из мамонтового бивня — плоская фигурка-амулет длиной 10,8 см, с ушком для подвешивания. Какое животное пытался изобразить древний художник-косторез? Можно подумать, что лошадь, однако ноги (одна целая, от другой — следы древнего сломы) слишком невелики, тумбообразны. Тело и шея массивны, хвост короток. Скорее всего это шерстистый носорог. Именно у него лошадиная стать сочетается с крупным телом. По всей поверхности фигурки — многочисленные нарезки, с помощью которых передана шерсть животного и одновременно стремительность движений. Характерен для носорога и плавный изгиб нижней челюсти на задранной голове, просматривающийся на одной стороне фигурки. А вот рога здесь не вид-

¹ Богораз В.Г. Материальная культура чукчей. М., 1991.

² Такое жилище экспонируется в Государственном музее штата Невада (г.Карсон-Сити, США). С его экспозицией автора любезно ознакомили Дж.Хендрикс, П. и Б.Хендерсон.



*Вид на стоянку Быки (в правой части снимка) с запада. Вдали — корпуса Курской АЭС.
Здесь и далее фото и рисунки автора*



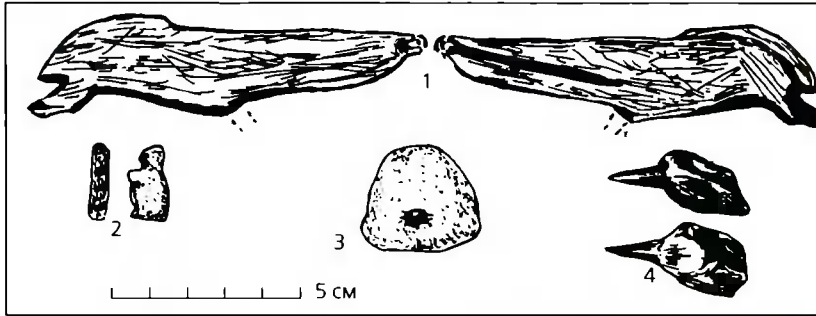
Реконструкция палеолитической стоянки Быки-1 по материалам раскопок 1996—1999 гг.

но. Возможно, его не было изначально, либо он был соструган, когда другая сторона амулета вторично обрабатывалась. При этом хвостовая часть фигурки преобразена в новую голову носорога с очерченной мордой, гри-

вой-горбом и слегка поврежденным рогом. Именно так — вверх рогом — фигурку бонзили в пол полуземлянки обитатели перед уходом.

Любопытная деталь: на этой стороне изделия имеется прорезь, как бы очерчи-

вающая торс и ноги человека. Сочетание головы зверя с телом человека часто встречается в западноевропейских, памятниках древнекаменного века: «дьяволята» на «жезле» в Тейжа, человеко-львы или



Череп плейстоценового песца.

Произведения первобытного искусства. 1 — две стороны фигурки носорога (бивень мамонта), 2 — сурок (мергель), 3 — подвеска-калачик (мергель), 4 — ворон (кость).

человеко-медведи на гальках из пещеры Ля-Мадлен, «колдун» с оленьими рогами и человек-бизон на композиции из пещеры «Три брата» и др. Очень возможно, что такие антропозооморфные фигуры — это изображения тотемных первопредков.

Среди других произведений искусства со стоянки Быки-1 — миниатюрная фигурка сурка, головки птичек, подвеска-калачик из мергеля.

Из кремневых орудий (резцов, скребков, проколов, ножей, острий, долотовидных изделий) особенное внимание



Студенты Курского госпедуниверситета расчищают верхний горизонт заполнения полужемлянки.

привлекает серия из 56 миниатюрных треугольных микролитов и их заготовок. Длина целых экземпляров колеблется от 20 до 36 мм. Нет сомнений, что это наконечники стрел. Вывод такой не умогрозителен: остря не несколько изделий имеют характерный слом, образовавшийся при попадании стрелы в твердый предмет (кость, камень). Происхождение сломов подтверждено археологом Д.Ю.Нужным (Институт археологии Национальной академии наук Украины), длительное время занимавшимся изучением следов износа на метальном вооружении из камня.

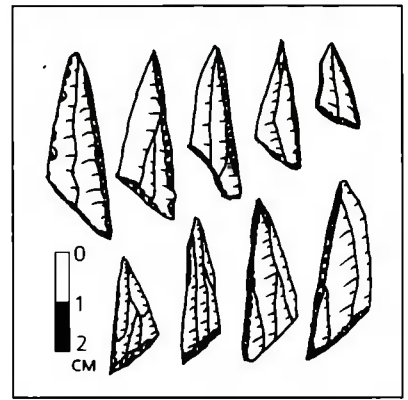
Подавляющее большинство наконечников-микролитов представляет собой изделия, выполненные из заготовок длиной несколько сантиметров и шириной не более сантиметра, у которых крутой ретушью притуплены основание и продольный край, лежащие под острым углом друг к другу. При этом основание быковских наконечников-треугольников не всегда прямое. В нескольких случаях оно заметно вогнуто и напоминает укороченную боковую выемку на наконечниках нижнего слоя Гмелинской стоянки (бассейн Дона, Воронежская обл.) и стоянок периода раннего эписграфетта (около 20 тыс. лет назад) юга Франции⁵. Встречен в Быках и один миниатюрный наконечник, у которого края не обработаны, но с одной стороны имеется выемка, занимающая примерно половину длины. Вероятно, это самые древние наконечники, которые на стоянке в дальнейшем совершенствовались.

По сути дела найденные здесь наконечники — типично мезолитические изделия, находящие аналогии на стоян-

ках Иеневской и Аренбургской археологических культур (территория Восточной и Центральной Европы). Однако все дело в том, что возраст Быков-1, по данным геоморфологии и радиоуглеродного анализа, составляет около 17—18 тыс. лет⁴, так что эта стоянка на восемь—десять тысячелетий старше самых ранних памятников эпохи мезолита. Таким образом, здесь стирается грань между изделиями и технологиями двух сменяющих друг друга, согласно классической схеме, археологических эпох, что позволяет предположить, что среднекаменный век (мезолит) — это одна из последних стадий палеолита, вслед за которым вместе с реальной революцией в хозяйстве и технологии сразу начинается неолит. Другими словами, вряд ли правомочно выделять мезолит как самостоятельную археологическую эпоху.

Большинство наконечников стрел обнаружено на открытых пространствах стоянки и в легких наземных жилищах, лишь несколько из них оказались в южной части утепленной полуземлянки, около входа, — здесь в древности могли быть сложены несколько стрел. Еще один наконечник оказался в очаге землянки. Им, возможно, был убит один из двух зайцев, кости которых лежали здесь же. Судя по остаткам фауны, обитатели Быков охотились с помощью лука — эффективного дальнего боевого оружия на птиц, а может быть, и на животных покрупнее — бобра, северного оленя, широкопалую лошадь.

Пожалуй, только мамонт, шерстистый носорог и бизон вряд ли добывались с помощью лука — для такой добычи



Каменные наконечники стрел со стоянки Быки-1.

требовалось оружие помощнее⁵. Кости мамонта, судя по их сохранности, скорее всего были собраны. Пушных же зверьков — песца, лисицу, — чтобы не портить шкурку, пожалуй, добывали с помощью различных ловушек.

Судя по количеству наконечников, найденных в Быках-1, лук был уже не детской игрушкой, а грозным, широко применяемым и надежным повседневным оружием. Таким образом, владение этим оружием и широкое его применение палеолитическим населением 18—17 тыс. лет назад не может вызывать никаких сомнений. Впрочем, даже в это далекое время лук и стрелы не были абсолютным новшеством — по устному сообщению К.Н.Гаврилова (Институт археологии РАН), в кремневой коллекции стоянки Хотылево-2 на Десне (24—22 тыс. лет назад) им также выявлены наконечники стрел с характерными следами износа. Имеются данные о том, что стрелы и лук были оружием носителей костенковско-стрелецкой археологической культуры (бассейн Дона и Оки)⁶, т.е. использовались уже более 30—25 тыс. лет назад. ■

⁴ Например, в материалах грота Бовери (слой I-B). См.: Onoragine G., Combieg J. // Восточный граветт. М., 1998. С.90—124.

⁵ См.: Радиоуглеродная хронология палеолита Восточной Европы и Северной Азии. Проблемы и перспективы. СПб., 1997. В этой работе Быки по досадному недоразумению фигурируют под псевдонимом Пены-2.

⁶ Чубур А.А. Мамонтовое собирательство в бассейне Десны // Природа. 1993. №7. С.54—57.

⁷ Аникович М.В. // Сов. археология. 1985. №4. С.219—224.

Вулкан Мутновский проснулся

Г.М.Гавриленко,
кандидат геолого-минералогических наук
Институт вулканологии ДВО РАН
Петропавловск-Камчатский

Вулкан Мутновский — один из самых больших и активных вулканов Южной Камчатки. Его постройка, высотой 2323 м над ур.м. с координатами 52°21'с.ш. и 158°16' в.д., состоит из четырех близко расположенных, последовательно формировавшихся стратоконусов с вершинными кальдерами и вторичными внутрикальдерными сооружениями. А весь вулканический массив осложнен многочисленными конусами побочных извержений. Современная фумарольная и гидротермальная деятельность сосредоточена в трех вершинных кратерах вулкана: Северо-Восточном, Юго-Западном и Активной Воронке.

17 марта 2000 г. в 06 ч 56 мин по местному времени впервые за последние несколько десятилетий радиотелеметрические сейсмостанции региона зарегистрировали взрывное землетрясение, очаг которого располагался у поверхности, в районе этого вулкана. Визуальные, а также аэровизуальные наблюдения подтвердили, что на Мутновском действительно произошел

взрыв — несколько часов после него над вулканом наблюдался парогазовый выброс на высоту до 2500 м, исчезнувший уже на следующий день. Извержение произошло в северной взрывной воронке Юго-Западного кратера, в которой еще до середины 1950-х годов находилось кислое термальное озе-

ро диаметром около 300 м и температурой воды 42—46°C. В последние годы воронка была занята ледником.

Непродолжительность извержения (не более суток), а также резургентный состав выброшенного на склоны материала (представленного обломками пород материнской постройки вулкана)

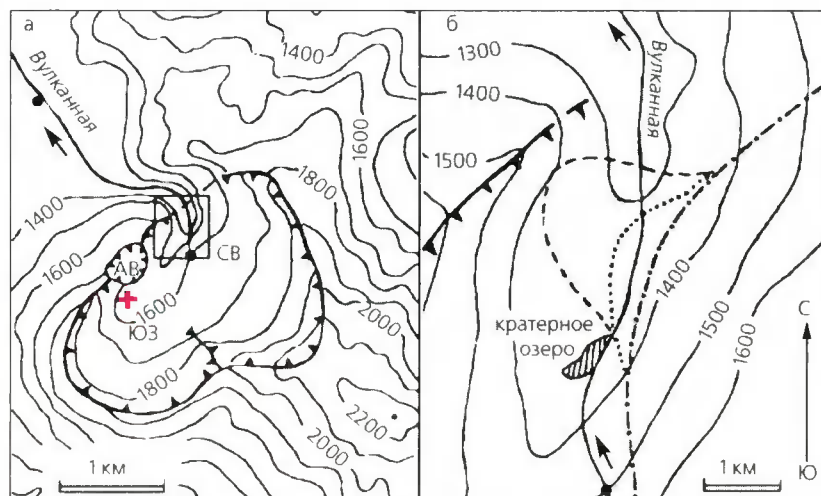


Схема вершинной части вулкана Мутновского (а) и Донного поля, расположенного в Северо-Восточном (СВ) кратере (б). АВ — Активная Воронка (самый молодой и активный кратер); ЮЗ — Юго-Западный кратер. Крестом показано место извержения 17 марта 2000 г. Кружками отмечены места отбора режимных проб воды из р.Вулканной (верхний и нижний створы). Штрихпунктирной линией показан фронт ледника в 1995 г., пунктирной — в 1996 г., а штриховой — в 1998—1999 гг.



Вулкан Мутновский.

Здесь и далее фото автора



Активная Воронка — один из действующих кратеров вулкана Мутновский. На переднем плане — воронка мартовского извержения 2000 г., занятая ледником, деформированным взрывом.

свидетельствовали о фреатическом характере взрыва (т.е. выбросе пара и старых вулканических пород).

Извержение Мутновского мы ждали. Во-первых, предыдущее произошло 40 лет назад, а цикличность взрывного режима вулкана

с 1850-х годов не превышала 40 лет. Во-вторых, в последнее время отмечалось увеличение его тепловой разгрузки. И в-третьих, проводимые нами с 1992 по 1999 г. режимные гидрохимические наблюдения за водами р. Вулканной, дренирующей

активные кратеры, указывали на устойчивые изменения ряда химических параметров речных вод.

Такие исследования основываются на новом подходе к контролю за изменениями степени активности вулканов, действующие кратеры которых дренируются одним водотоком. В частности, на Мутновском такой водоток — р. Вулканная, несущая интегральную нагрузку растворенных эндогенных химических компонентов, которые поступают на поверхность при помощи многочисленных разрозненных гидротерм активных кратеров. Естественно, любые изменения в степени активности вулкана тут же отражаются на составе речных вод.

Химический анализ режимных проб воды Вулканной показал закономерное увеличение из года в год содержания серы по отношению к галоидам: S/Cl — от 3 до 17 и S/F — от 65 до 140. Увеличение этих значений в вулканических водах и газах перед активизацией вулканов — хорошо известный и теоретически обоснованный факт.

Необычным оказалось поведение бора, увеличение содержания которого обычно используется в качестве предвестника извержений. Перед взрывом на Мутновском в речных водах резко (на порядок) упала его концентрация: до 1998 г. она составляла 1.4–2.0 мг/л, а в конце 1999 г. (т.е. перед извержением) — 0.18 мг/л.

Очевидно триггером (или спусковым механизмом) подготовленного извержения мог стать сход северо-восточной части многолетнего внутрикратерного ледника на дно Северо-Восточного активного кратера. В конце 1996 г. ледник резко активизировался. Участок его фронта стал наползать

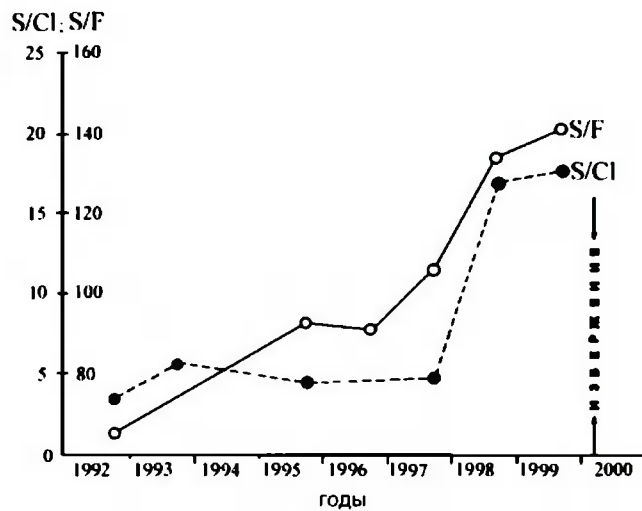
на северную половину кратера, подпрудив воды р. Вулканной. К осени 1998 г. язык ледника продвинулся еще дальше и уперся в противоположный северо-западный борт этого кратера, перекрыв большую часть его fumarольных и гидротермальных выходов. В результате здесь образовалось кислое озеро площадью 2500 м² и глубиной около 3 м. В кратере повысился уровень грунтовых вод, и на вулкане гидрогеологическая ситуация стала иной: увеличилась водонасыщенность внутрикратерных отложений, изменился режим fumarольной деятельности, нарушилась тепловая разгрузка термальных площадок. При этом могла возрасти инфильтрация грунтовых вод в коренные породы постройки вулкана, контактирующие с подповерхностными магматическими телами или магмаподводящими каналами.

В последующие месяцы каких-либо значительных взрывов на вулкане не происходило. Фиксировались только слабые сейсмические локальные события, связанные, очевидно, с выбросами в атмосферу вулканических газов (как это наблюдалось, например, 17 августа).

Летние исследования в кратере Мутновского показали, что после мартовского извержения в воронке взрыва, которая до того была занята ледником, опять сформировалось термальное кислое озеро, аналогичное существовавшему здесь ранее. Вероятно, через это вновь образованное озеро происходит достаточная масс-энергетическая разгрузка вулкана, предотвращающая повторные крупные взрывы. Об этом свидетельствует и величина тепловой мощности кратера, в котором произошло



Термальное озеро, образовавшееся летом на месте растаявшего ледника.



Изменение отношений серы к галоидам в режимных пробах воды р. Вулканной с 1992 по 1999 г.

мартовское извержение (по предварительным расчетам в июне она составляла около 300 МВт), реализующейся посредством водных масс озера.

Однако на вулкане продолжается близповерхностное сейсмическое дрожание, и возможность повторного извержения не исключена. ■

Планетарий на грани веков

В.Г.Сурдин

Недавно группе московских школьников я задал вопрос: «Сколько звезд на небе видит человек невооруженным глазом?» Самые начитанные ответили, что примерно 6 тыс. Для большинства же их оказалось от 20 до 100. И ведь по существу они правы: обычно в Москве больше звезд и не видно. Городской житель практически не знаком с явлениями ночного неба — метеорами, полярными сияниями, серебристыми облаками, гало, кометами.

Вся эта прелесть «убита» ярким ночным освещением и смогом. Поэтому многим горожанам радость первого знакомства со звездами подарил... планетарий.

Энциклопедия определяет этот термин так: «планетарий — оптический прибор для проекции на внутреннюю поверхность полусферического купола изображений звезд, планет, Солнца, Луны и других небесных объектов с наблюдением их относительной яркости, положения и движения». Можно добавить, что современный такой аппарат должен показывать картину неба при наблюдении из любой точки на Земле в любой



Владимир Георгиевич Сурдин, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Государственного астрономического института им.П.К.Штернберга. Область научных интересов — формирование звезд и звездных скоплений. Неоднократно публиковался в «Природе».

момент времени и в любую эпоху — как в прошлом, так и в будущем. И он с этим справляется. А самые «продвинутые» планетарии могут значительно больше.

Дом с круглым залом и «полусферическим куполом» мы тоже по традиции называем планетарием. В архитектурном отношении здания планетариев так же неповторимы, как церкви и мавзолей: хотя в них и просматривается нечто общее, двух одинаковых планетариев вы не найдете.

Планетарий почти так же стар, как сама астрономия. С давних пор любознательные

наблюдатели неба пытались моделировать относительное положение светил. Сначала это делали на плоских поверхностях — песке, камне, бумаге. Но чем большую область неба изображали, тем сильнее были искажения. Значительно позже с этой проблемой столкнулись географы и навигаторы, вычерчивая карты поверхности Земли. А в наше время создатели астрономических программ для персональных компьютеров испытывают все те же трудности, пытаясь отобразить сферический небосвод на плоском экране монитора.

© В.Г.Сурдин

Звездный глобус снаружи и изнутри

Одним из способов решения этой проблемы стало нанесение положений звезд и созвездий на внешнюю поверхность глобуса. Изобретение небесного глобуса принадлежит досократовскому философу Анаксимандру (VI в. до н.э.). Но кто видел глобус без параллелей и меридианов? Греческому геометру Эратосфену (250 г. до н.э.) приписывают изобретение армиллярной сферы: это конструкция из нескольких деревянных или металлических колец, напоминающая «скелет глобуса» и демонстрирующая основные линии небесной сферы — экватор, меридиан, эклиптику (годовой путь Солнца) и первый вертикал. Позже эти два прибора были независимо усовершенствованы исламскими и китайскими астрономами.

При всей внешней схожести небесного и географического глобусов, у них есть существенное различие. Взглянув на глобус Земли, мы видим планету такой, какова она в действительности (в космический век это особенно очевидно). Но расположение звезд на небесном глобусе имеет лишь математическое сходство с действительностью; наглядного образа оно не дает — кому доводилось наблюдать небо снаружи?

Обойти это препятствие не сложно: достаточно поместить наблюдателя внутрь звездного глобуса. Впервые такой прибор был изготовлен в 1650—1654 гг. под руководством немецкого ученого Адама Олеария (1603—1671); в созданном по его проекту Готторпском глобусе могло разместиться несколько человек. В XVII—XIX вв. эти сооружения стали весьма популярны. Последнюю попытку изобразить небесные объекты на внутренней поверхности вра-

щающейся сферы предпринял в 1912 г. Уоллас В. Атвуд (1872—1949), создав для Чикагской академии наук металлический шар со множеством мелких отверстий, проникая сквозь которые дневной свет создавал картину звездного неба. Зрителей усаживали внутри вращающегося шара на свободно подвешенные сиденья.

Эти громоздкие устройства точно воспроизводили картину созвездий, восходы и заходы неподвижных звезд. Наиболее совершенные из них могли показать звездное небо на разных географических широтах. Но движения Солнца, Луны и планет были им недоступны.

Орарий — коперниканский планетарий

Аппараты для демонстрации видимого движения небесных светил имеют почти столь же долгую историю, как звездный глобус. Древнейший из известных — так называемый механизм Антикитера — подняли в 1901 г. со дна Средиземного моря ныряльщики за губками. Этот поразительно сложный календарь и счетный механизм одновременно был создан в 87 г. до н.э. Можно вспомнить также построенные в 1348—1364 гг. Джованни де Донди семициферблатные астрономические часы — астрариум, — изображавшие все известные тогда тела Солнечной системы.

Появление теории Коперника вызвало немалые споры как среди ученых, так и в обществе. Для наглядной демонстрации новых космологических принципов начали строиться механические приборы иного типа: они изображали движение планет по орбитам вокруг неподвижного Солнца так, как это видно стороннему наблюдателю. Обычно в этих

моделях соблюдались только относительные размеры орбит, но самые передовые с высокой точностью демонстрировали взаимное движение планет и даже их спутников. Одним из первых был механический планетарий Христиана Гюйгенса, построенный в Нидерландах в 1682 г. В Дании подобную конструкцию создал Олаф Ремер. В Англии сложный механический планетарий был построен около 1712 г. Джоном Роули для Чарлза Бойли, четвертого графа Оррери (Orrery); он то и назвал орариями все последующие подобные устройства.

В России действующие механические модели Солнечной системы называют коперниканскими планетариями. Еще недавно их можно было увидеть на демонстрационных площадках крупных планетариев — Волгоградского, Московского. Но сейчас, насколько мне известно, ни один из них не действует.

Проекционный птолемеевский планетарий

Считается, что основная заслуга создания проекционного планетария принадлежит Оскару фон Миллеру (1855—1934), основателю и первому президенту Немецкого музея в Мюнхене (Германия). Развивая общую концепцию просветительской экспозиции, он решил сконструировать учебные пособия для демонстрации важнейших научных теорий. В том числе он хотел показать, как гелиоцентрическая теория Коперника объясняет видимое геоцентрическое движение небесных тел. Он понимал, что для наглядности и полноты эффекта коперниканской модели мира недостаточно: необходимо вернуться к геоцентрической, «птолемеевской» картине Вселенной.



Одношаровой оптоволоконный аппарат «Universarium Model IX» (Carl Zeiss, Jena) демонстрирует небесные явления на куполе диаметром до 30 м для аудитории в 600 человек.



Научный центр в Эдмонтоне (Канада). Планетарий и кинотеатр.

В 1913 г. фон Миллер на оптическом предприятии Карла Цейса в Йене обсуждал возможность создания полого небесного глобуса диаметром 4.5 м, подобного аппаратам Олеария и Атвуда, но снабженного по предложению гейдельбергского астронома Максимилиана Вольфа (1863—1932) электрическими лампами для имитации звезд и движущимися моделями планет. Однако этот проект был прерван первой мировой войной.

В 1919 г. инженер Вальтер Бауэрсфельд (1870—1959) нашел совершенно новое решение проблемы. Он предложил заменить вращающуюся сферу неподвижной полусферой, используя ее внутреннюю белую поверхность как экран для множества небольших проекторов, расположенных в центре.

21 октября 1923 г. в Мюнхене публике был представлен проектор «Модель-1», сразу же прозванный «чудом из Йены». Точечная лампа накаливания помещалась в центре звездного проектора. На его сферической поверхности диаметром 0.5 м размещался 31 объектив, в фокусе каждого из которых имелась металлическая пластинка с отверстиями; их относительное положение и размер соответствовали положению и яркости звезд, видимых невооруженным глазом на данном участке неба. В целом картина представляла вид всего звездного неба за исключением небольшой области вблизи южного полюса мира, занятой узлом крепления проектора. Вращаясь вокруг полярной оси, проектор демонстрировал суточное движение неба. Отдельная ось позволяла моделировать явление прецессии, представляющее колебание земной оси с периодом 26 тыс. лет и приводящее к смещению полярных звезд и точек равноденствия и солнцестояния.

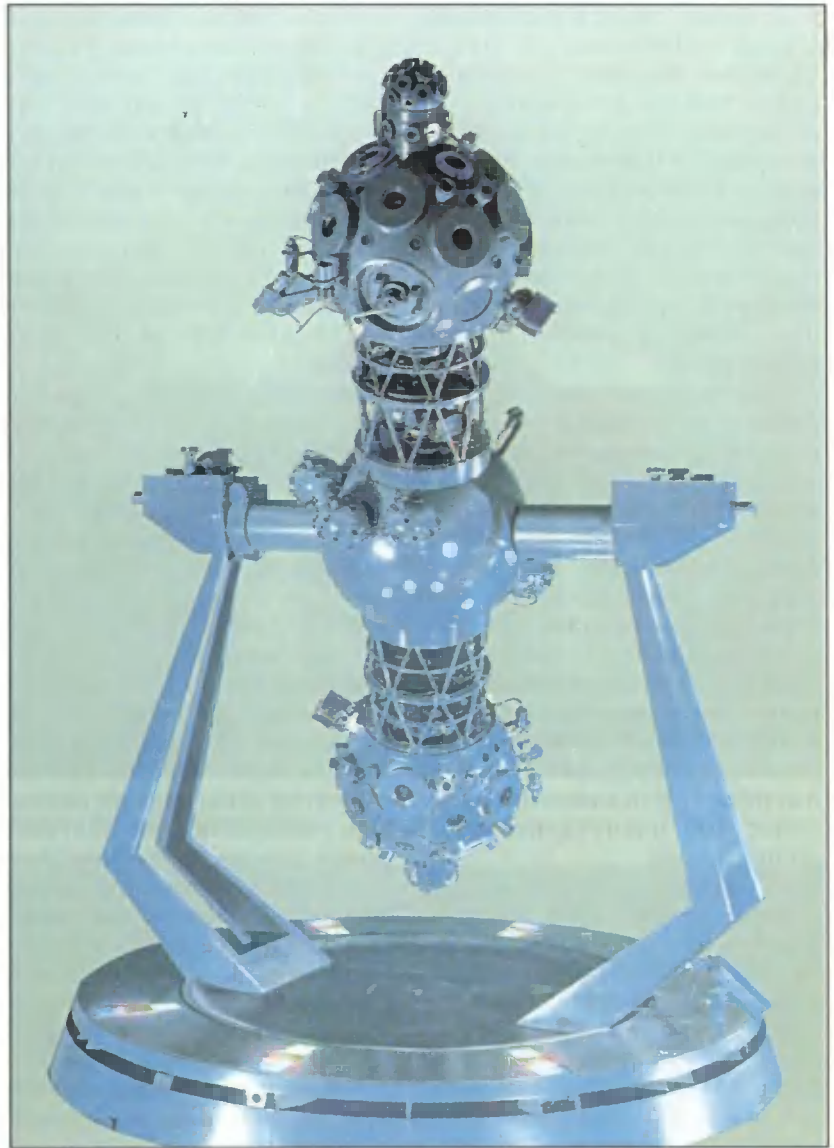
Чтобы правильно воспроизвести относительные ско-

рости Солнца, Луны и планет так, как они наблюдаются с Земли, для каждого из этих светил использовался двойной оптический проектор, перемещаемый системой шестеренок. При этом точно имитировалось попятное движение планет, фазы Луны и прочие видимые невооруженным глазом небесные явления.

Однако первый проекционный планетарий не мог показать эффект изменения широты места наблюдения. Чтобы исправить этот недостаток, инженер Вальтер Филлигер (1872—1938) разделил шар звездного проектора на два полушария: одно для северных звезд, другое — для южных. Он также сократил наполовину устройства для проекции планет и разместил их между разделенными полушарами. Получившаяся «Модель-II» планетария Цейса (1926) стала универсальным учебным прибором. До второй мировой войны около двух дюжин таких планетариев было установлено в Европе и пять в США. Открытый в 1929 г. Московский планетарий стал тринадцатым в мире. Десять его предшественников находились в Германии, один — в Вене и еще один в Риме. Между прочим, Нью-Йоркский планетарий открылся лишь в 1935 г.

Расцвет планетариев

Высокая цена цейсовской «Модели-II» (около 75 тыс. долл. США в 1930 г.) сильно препятствовала ее распространению в мире. В 1947 г. Арманд Спитц (1904—1971), лектор и руководитель планетария Фельц в Филадельфии, предложил упрощенную конструкцию дырочного проектора, что снизило цену аппарата до 500 долл. и расширило круг покупателей (школы, университеты, музеи). Прибор Спитца, напоминавший «Мо-



Классический «Большой Цейс» — модель «ZGP Cosmorama». На куполе диаметром до 25 м он изображает более 9 тыс. звезд (до 6.6 звездной величины), планеты, их спутники, детали Млечного Пути и туманности, закатные явления, кометы, искусственные спутники Земли, линии основных координатных систем и другие зрелищные явления.

дель-1» Цейса, представлял собой додекаэдр, в 12 гранях которого имелись отверстия для проекции нескольких сотен ярчайших звезд. За 10 лет было продано около 100 проекторов Спитца.

Возможно, планетарии так бы и остались экзотической диковинкой богатых колледжей и музеев, если бы не про-

дение космонавтики. Запуск в Советском Союзе 4 октября 1957 г. первого искусственного спутника Земли, как утверждается американская Энциклопедия Коллиера, «вызвал национальный кризис самоуверенности, с которого началась коренная перестройка американского образования в области естественных наук

и математики. Эта очевидная угроза национальной безопасности наконец переломила длительное сопротивление федеральной поддержке образования¹. В частности, принятый в 1958 г. «Акт о национальной защите образования» способствовал широкому использованию федеральных средств и открыл замечательную эпоху в строительстве планетариев.

Спитц стремился к применению планетария в разнообразных образовательных целях, знакомил с ним широкие массы населения. Предприятие Спитца выпустило новый, более сложный проектор, ставший самым массовым аппаратом планетариев в мире. Последовавшие за этим экспедиции к Луне подняли астрономию и космическое образование на новый уровень популярности. К 1970 г. в Северной Америке функционировало более 500 планетариев различного типа.

Совершенно закономерно в начале 80-х годов аппарат планетариев стал превращаться из оптико-механического в оптико-электронное устройство. Корпорация «Эванс и Сазерленд» в Солт-Лейк-Сити (штат Юта) первой создала планетарий «Диджистар», не имеющий движущихся частей. Микрокомпьютер VAX с помощью графического процессора отображает данные о 6800 звездах на телевизионной трубке высокой яркости, с которой изображения звезд объективом «рыбий глаз» проецируются на купол. Поскольку все характеристики звезд задаются численно, «Диджистар» позволяет зрителям «покинуть Землю» и рассматривать звездное небо с точки зрения наших соседей, удаленных до 650 световых лет от Солнца. Ускоряя бег времени, можно увидеть пере-

мещение звезд за счет их собственного движения. Разумеется, «Диджистар» демонстрирует и все стандартные эффекты, доступные его предшественникам. Первый такой аппарат был установлен в Универсальном планетарии г. Ричмонда (штат Вирджиния) в 1983 г., а к середине 90-х еще несколько десятков проекторов «Диджистар» обрели хозяев в США.

Не остановилось и развитие «гантелеобразного» планетария Цейса: модели 1967—1984 гг. «Spacemaster», «Sky-master» и «Cosmorama» обеспечивают проекцию на купола диаметром от 6 до 25 м, электронную запись лекций и видеопрограмм, множество спецэффектов. Последние классические модели имели 5 м в высоту и весили до 2 т. В начале 90-х их потеснил компактный «Universarium» с богатой электронной начинкой, способной даже получить новые данные через Интернет.

Чтобы получить представление о сложности, например, «Большого Цейса», следует иметь в виду, что в его конструкции объединено более 150 проекторов с телеобъективами, приводимых в движение (группами и поодиночке) семью бесшумными электромоторами.

В проекторах используется четыре десятка различных электроламп. В 32 проектора звездного неба вставлены металлические пластинки с отверстиями диаметром от 0,023 до 0,33 мм в зависимости от яркости звезды. Самые яркие звезды изображаются отдельными проекторами с имитацией цвета и атмосферного мерцания. Некоторые переменные звезды, как пожарено, меняют свой блеск. Демонстрируются Млечный Путь, десятки звездных скоплений и туманностей, вспышки новых звезд, метеоры и кометы, полярные сияния и гало; на звездное небо накладыва-

ются фигуры созвездий, придуманные различными народами мира. Специальный проектор воспроизводит параллактическое и абберационное движение Сириуса, вариообъективы позволяют «приближать» планеты, чтобы рассмотреть их спутники и кольца (причем спутники Юпитера движутся, а кольца Сатурна меняют наклон). Демонстрируются даже зодиакальный свет и противосияние (их видел в природе далеко не каждый астроном).

При этом весь аппарат может вращаться вокруг трех осей: полярная обеспечивает суточное движение светил, ось эклиптики позволяет моделировать явление прецессии, а горизонтальная перемещает наблюдателя по географической широте. Проекторы Солнца, Луны и планет имеют дополнительные оси в соответствии с их орбитами. Кроме главного аппарата в зале работают десятки вспомогательных проекторов: слайд- и кинопроекторы, оптический коперниканский планетарий, имитаторы солнечного и лунного затмений; вдоль горизонта демонстрируется панорама ночного города с легко узнаваемыми деталями, панорама планет («посадка на Луну», «высадка на Марс»), сумеречные явления и т.д. Управляемый лазерный луч, телевизионный проектор компьютерных изображений и настоящий квадрофонический звук дополняют картину. Могу сказать по личному опыту зрителя и лектора, что все вместе это оказывает потрясающий эффект и на детей, и на искушенных профессионалов.

В конце XX в. производство аппаратов планетариев стало серьезным бизнесом для многих оптических компаний. Кроме упомянутых выше хорошо известны аппараты японских фирм «Goto» и «Minolta», а также итальянский — «Galileo», американ-

¹ Collier's Encyclopedia Britanica // Йенское обозрение. 1984. №3.

ские «Viewlex», «Farquhar» и др. В СССР, в мастерских Московского планетария в конце 50-х годов был разработан и производился примитивный аппарат УП-1 («Упрощенный планетарий»), подобный первой модели Спитца. До сих пор этот незамысловатый аппарат (железный шар с дырочками) используется в некоторых малых планетариях. Но ничего близкого к мировому уровню у нас создано не было. Лишь в первые годы перестройки была робкая попытка под патронажем общества «Знание» разработать современный аппарат на основе волоконной оптики. Я был в комиссии по приемке элементарного проектора этого аппарата, демонстрирующего примерно 1/30 часть звездного полушария. Эффект был впечатляющий. Но дальше дело не пошло.



Волгоград. Планетарий.

Небо ночное и дневное

Дневное небо не менее богато разнообразными физическими и атмосферными эффектами. Попытку зафиксировать и показать его феномены впервые предприняли в 1963 г. в Институте исследования пустынь Рено (Университет штата Невада). Геофизик Вендел Морди создал аппарат «Атмосфериум» сначала как исследовательский прибор, способный с помощью объектива «рыбий глаз» зафиксировать на 35-мм пленку изображение неба и затем продемонстрировать его на куполе. Иллюзия пребывания под открытым небом оказалась настолько сильной, что этот метод стали использовать для съемки видеофильмов. Например, одна из таких камер была установлена в грузовом отсеке шаттла и снимала работу астронавтов в открытом космосе. Технология «Атмосфериума» с помощью 70-мм пленки была дове-



Московский планетарий.

дена до коммерческого использования в кинотеатрах фирмы «OMNIMAX», с потрясающим эффектом которых можно познакомиться во многих зарубежных городах.

С появлением персональных компьютеров стало возможным моделировать звездное небо на экране домашнего монитора.

В определенном смысле такие мощные программы-планетарии, как у «Red Shift», «Starry Night», «The Sky», умеют теперь гораздо больше, чем настоящий планетарий. Но с их созданием посещаемость «живых» планетариев не уменьшилась, а скорее — наоборот.

Прибор для образования, исследования и развлечения

В первую очередь планетарий используется для учебных целей. Специфический характер астрономии делает ее нежеланным предметом для преподавания в школе. Поэтому учителя с удовольствием проводят уроки астрономии в планетариях, где есть квалифицированные лекторы, свежий научный материал.

В планетариях многие военные специалисты и космонавты обучаются астронавигации. Иногда биологи используют планетарий для изучения способности птиц во время перелетов ориентироваться по звездам.

С изготовлением новых аудио-визуальных приборов возможности планетариев расширились. В 70-х годах крупные планетарии при создании школьных и публичных программ стали применять не только живой рассказ, но также музыкальные, дикторские записи и различные спецэффекты. Эта техника помогает зрителю получить более насыщенный визуальный

ряд. С появлением компьютеров сеансы становятся все более автоматизированными. К середине 90-х планетарии превратились в мультимедийные театры, которые развлекают и обучают своих посетителей. Привлекают публику и лазерные шоу. Планетарий становится все более универсальным: плоский пол заменили амфитеатром, полусферический экран наклонили вперед. Теперь этот синтетический объем может использоваться как университетская аудитория, сверхширокоэкранный кинозал, конференц-зал и, конечно, как Звездный дом.

Бурный рост наблюдался в 1965—1977 гг., когда ежегодно в разных уголках мира открывалось по 60—90 планетариев. По данным Международного союза планетариев в 1990 г. во всем мире их было около 1750, из которых 982 в США и около 300 в Японии.

Статистика

В конце 80-х, незадолго до распада СССР, в системе Всесоюзного общества «Знание» работало 34 планетария (из них 14 — в РСФСР) в следующих городах: Арзамас, Барнаул, Батуми, Бельцы, Вильнюс, Волгоград, Гомель, Горький, Днепрпетровск, Донецк, Ереван, Иркутск, Йошкар-Ола, Киев, Киров, Кишинев, Кострома, Ленинабад, Ленинград, Лида, Луцк, Минск, Москва, Одесса, Оренбург, Рига, Саратов, Трускавец, Харьков, Херсон, Челябинск, Черкассы, Черновцы, Ярославль.

Первые пять имеют аппараты «Большой Цейс», в Харькове «Средний Цейс», в остальных — маленькие аппараты. Полный штат сотрудников составлял около 450 человек, из них 65 лекторов. В год через эти планетарии проходило 3.7 млн зрителей.

Кроме того, 26 планетариев находилось под началом

Министерства культуры РСФСР в городах: Астрахань, Брянск, Владимир, Воронеж, Казань, Калуга, Кемерово, Курган, Курск, Новокузнецк, Новороссийск, Новосибирск, Новочеркасск, Орджоникидзе, Пенза, Пермь, Псков, Пятигорск, Ростов, Смоленск, Ставрополь, Таганрог, Тамбов, Томск, Уфа, Хабаровск.

Как правило, они были каибром помельче. Не берусь сказать, сколько из них сейчас функционирует. Но, возможно, не все так плохо: в ноябре 1999 г. в Брянске открылся реконструированный планетарий.

Еще два-три десятка планетариев имелось при республиканских министерствах культуры (Баку, Душанбе, Тбилиси), университетах, Дворцах пионеров, штурманских училищах, Звездном городке и т.п. Таким образом, на территории СССР в 80-е годы работало 80—90 планетариев, которые ежегодно посещало около 6 млн человек. Поскольку это число превышает годовую рождаемость в СССР тех лет, то можно сказать, что в среднем каждый школьник страны хоть раз побывал в планетарии².

В начале статьи я сравнивал планетарии и церкви в аспекте архитектуры. Эта аналогия возникла не случайно: в нашей стране их судьбы — кто бы мог подумать — переплелись весьма тесно. Утилитарное значение планетариев — помощь в астрономическом образовании и в популяризации космических исследований — никогда бы не сделало их объектом внимания чиновников. Но в 60—70-е годы, когда СССР и другие сверхдержавы возложили на космонавтику идеологическую задачу, планетарии оказались востребованы и стали рождаться как грибы во мно-

² Сурдин В. Г. Пропаганда знаний о Вселенной. М., 1987.

гих столицах союзных республик и областных центрах. Однако строить отдельное, да еще нетиповое здание для планетария хлопотно; и тогда под них стали отдавать здания церквей, благо — там всегда есть большой зал с круглым куполом. Помню, был тогда планетарий даже в бывшем здании мечети.

Московский планетарий

Зажатый высотными зданиями в центре столицы, Московский планетарий внешне не производит сильного впечатления; куда ему до дворца планетария в Волгограде! Но в техническом и методическом отношении именно он всегда был лидером. В этом заслуга столичных астрономов.

Сотрудники планетария гордятся тем, что даже во время войны он не прекращал работу: уходящим на фронт бойцам читали лекции «Астрономия на войне», «Астрономия для разведчика». Первые космонавты, начиная с Ю.А.Гагарина, изучали здесь звездное небо, пока в Центре подготовки космонавтов не появился свой собственный планетарий. Читали лекции академики: В.А.Амбарцумян, В.А.Котельников, А.А.Михайлов, Б.Н.Петров, О.Ю.Шмидт и др. О своих замечательных путешествиях вспоминали И.Д.Папанин и Э.Т.Кренкель, знаменитый исследователь Тунгусского метеорита Л.А.Кулик, Тур Хейердал и Жак Майоль¹.

С 1934 г. в Московском планетарии работали астрономические кружки, выпустившие в науку известных ныне специалистов. С 1947 г. проводилась ежегодная астрономическая олимпиада для школьни-

ков — в течение нескольких десятилетий единственная не только в нашей стране, но и в мире. В 90-е годы из нее выросли «Всероссийская и Международная. До сих пор собрание задач Московской олимпиады считается уникальным.

К 800-летию Москвы при планетарии открыли первую в мире астрономическую площадку, где разместились многочисленные экспонаты — оригинальные приборы, модели и макеты, хороший 5-дюймовый рефрактор в башне. Астроплощадка пользовалась большой популярностью у москвичей. В мастерских Московского планетария создавались новые приборы и модели, изготавливались слайды; его лекторами были самые квалифицированные специалисты в стране.

В 80-е годы развитие Московского планетария, к сожалению, затормозилось. Техника морально устарела. Хорошая обсерватория так и не была создана: прекрасные телескопы пылились на складе. В середине 80-х планетарий вывели из непосредственного подчинения Всесоюзному обществу «Знание» и передали Московской городской организации этого общества, из недр которой был назначен новый директор; впервые им стал человек без астрономического образования. В 1994 г. по его инициативе было создано АОЗТ «Московский планетарий», учредителями которого стали на 30% коллектив планетария, на 20% — МГО общества «Знание» и на 50% — АОЗТ «Компания Твинз», специализирующаяся в сфере шоу-бизнеса (конкурсы красавиц, балы и т.п.). По сути дела «Компания Твинз» стала хозяином планетария, хотя неясно, в чем заключался ее вклад в уставной капитал⁴.

Итак, эпоха приватизации окончательно погубила планетарий: большая территория в центре Москвы стала соблазнительной и легкой добычей для новых дельцов. Правда, в 1990 г. открылась обсерватория с почти уже сгнившим дейсовским рефрактором (диаметр объектива 30 см, фокус 4.5 м). Уникальное здание самого планетария внутри основательно разрушено.

Имя нынешнего директора Московского планетария — Игорь Микитасов — не известно астрономам, но говорит о многом знатокам шоу-бизнеса. Его профессиональная хватка пока проявилась в создании симпатичной странички в Интернете (www.planetarium.ru) и... распродаже звезд населению⁵. Журналисты с увлечением пишут о планах Микитасова: поднять здание планетария на два этажа, в три—четыре раза увеличив его площадь, приобрести сверхмощный телескоп (спрашивается, зачем?), соорудить под землей автостоянку и — как апофеоз — протянуть от планетария до метро «Баррикадная» подвесной стеклянный коридор с движущимся тротуаром. Вам все ясно?

5 ноября 1999 г. Московскому планетарию исполнилось 70 лет. К сожалению, свою просветительскую работу он фактически прекратил пять лет назад. Обеспокоенные его будущим, к мэру Москвы Ю.М.Лужкову обращались участники Всероссийского съезда учителей астрономии, Международного симпозиума по истории авиации и космонавтики, Ассоциация планетариев России, Астрономическое общество, президент Международного общества планетариев и многие другие. Но результата нет. Очень бы не хотелось, чтобы наш любимый Звездный дом навсегда остался виртуальной реальностью. ■

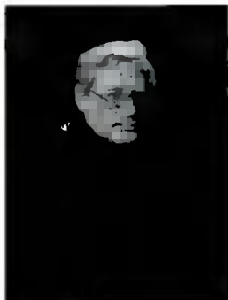
¹ Комаров В. Н. Под искусственным небом (к 60-летию Московского планетария) // Земля и Вселенная. 1989. №6. С.61—64.

⁴ Вестник Ассоциации планетариев России и Украины. 1999. №1.

⁵ Сурдин В. Г. Пропуск на небеса // Природа. 1997. №12. С.3—9.

«Мне с годами все ближе природа»

М.Я.Фильштейн



Михаил Яковлевич Фильштейн, член Союза писателей Москвы, член совета Клуба независимых писателей. Автор 12 поэтических книг и переводов. Публиковался в «Литературной газете», «Дружбе народов», «Литературном обозрении», альманахе «День поэзии» и др. Печатался в «Природе».

Работает редактором в нашем журнале.

♦

Хочу понять не спелый колос,
А в черных бороздах зерно.
Не грохот волн, а робкий голос
Струи, что отражает дно.

Не моря броское свеченье,
А тонкий лучик маяка —
Чтоб обожгло стихотворенье,
Что выйдет из черновика.

✦

Как рой пчелиный, лес гудит.
Вся из невятных звуков чаща.
Вот ветка с шелестом летит
И преломляет луч звенящий.

Лепечет над ручьем трава,
Лопочет лист на рыжей ветке.
Перелагаю я в слова
Жужжанье паутиной сетки.

Перевожу я звон в росе
И ветра шепоток невятный,
И всплеск в озерной бирюзе —
На ясный, на язык понятный.

Вбираю с самого утра
Все скрипы, шорохи и стуки,
Чтоб в теплый говорок добра
Переосмыслить эти звуки.

И даже этот зыбкий свет,
Летающий на сорочий счетчик,
Осознаю не как поэт,
А как извечный переводчик.

‡

Мне с годами все ближе природа —
Ее добрый, задумчивый лик.

Я про тихую землю и воду
Узнавал из прочитанных книг.

Как прохожих случайные лица,
В детстве, полном таинственных снов,
Пропускал я, бывало, страницы
С описанием полей и лесов.

А теперь, среди возвышенных сосен,
Утопая в пожухлой траве,
Слышу я, как шербатая осень
Шепелявит в рябой синеве.

Говорку бесконечному внемля,
Стыню я, словно пруд под мостом,
Отражая и небо, и землю,
И сучок с конопатым листом.

✧

Стынь, величественный мрак,
Пахнет прелью подорожник.
Удивляйся миру, как
Очарованный художник.

Догадаться б ты смогла,
Что листва — живая краска?
Что таинственная мгла —
Неразгаданная сказка?

Перевернут мир в росе
Под сгустившимся навесом.
И не веришь, что шоссе
Где-то в двух шагах от леса.

Но в ложине, где на миг
Слабо ветерки забили,
Ствол березовый возник —
Словно свет дневной включили.

Гул эха, как далекое: «Прости...»
Тропинки поворот, обманный, лисий.
Забраться в лес, ладонью развести
Веселый коврик, сотканный из листьев.

Кричит сорока, мечется, кружит
И отдыхает на созревшей груди.
И солнце спелым яблоком лежит
На синем небе, как на синем блюде.

Ты не дразни, лукавый бес, меня.
Что до тебя? То сладко мне, то горько.
Не уступлю я этого огня,
Что празднично бушует на пригорках.

От этого ручья не отрекись,
От прямоты, от напряженья в соснах...
Ах эта жизнь! Солонатовый вкус
И вязкая оскомины на деснах.

© М.Я.Фильштейн

Стынет небо над лугом,
Стог горбатый нахолен и рыж.
Обострившимся слухом
Я ловлю предвечернюю тишь.

Как в окопе отрытом,
Дух в овраге клубится земной.
Как у дали открытой —
Замираю у раны сквозной.

С ветки лист облетает —
Так высокие блекнут мечты.
Но душа обретает
Ощущенье иной высоты.

Зной прошедшего лета,
Тонкий луч отпылавшей зари
Вновь мерцающим светом
Где-то в нас оживает внутри...

Снег — маляр. Он заборы и стены,
Как стволы у берез, побелил.
Взбитой краской, пузырчатой пеной,
Оторочил над речкой настил.

Мастер занят был суетным делом.
Декабрю он покрасил виски.
И внезапно на девственно белом
Кинул крапинки черной тоски.

Боль пронзила, как в самом начале,
Оттого, что тебя не сберечь.
И от этой смертельной печали
Стала письменной устная речь.

Пар плывет, словно дым, на ольху.
Влажен ствол ее, черный, поджарый.
Сосны, красные наверху, —
Как прибитое пламя пожара.

В теплых клубах размытого дня
Потемнели, обуглились ели.
От игры ледяного огня,
Видно, ветви их так обгорели.

К дому выбежав, спавши с лица,
В страшный миг содрогнулись от муки.
И застыли они у крыльца,
Заломив почерневшие руки.

Белый дым восходит из трубы,
Как сугробов белые горбы.
И незримо с первопутком слит,
Ветер белой гривой шевелит.

Я на белом свете не один.
День со мной, доживший до седин.
И как наказанье за грехи —
Жизнь без рифм. Лишь белые стихи.

Жизнь подбрасываю — в горы,
В горловину, словно плату.
Этот белый лист — лопата,
Что поет, как вещей горы.

Глушит зябкую тоску
Звон окалины хрустальной.
Выпрямляет наковальня
Раскаленную строку.

Дышат жаркие меха.
Я прикован к ним, как узник.
В этой сумеречной кузне —
Праздник духа и стиха!

Горновой и кочегар,
Задыхаясь в зное топком,
Знай подкладываю в топку
Собственных страстей угар.

Говорю себе: «Держись!» —
Чтоб святая вера крепла,
Чтобы весело, под пеплом,
Догорала моя жизнь.

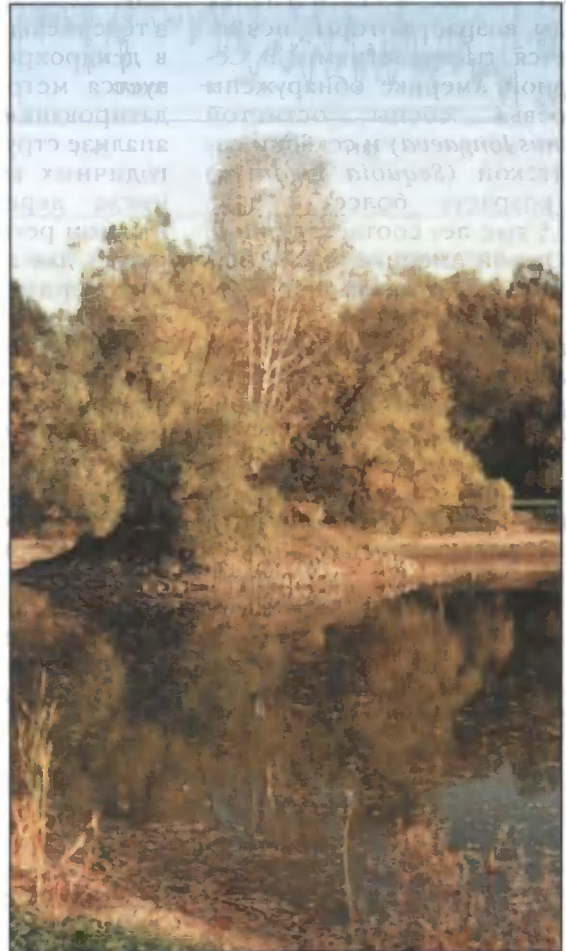


Фото Т.А.Борисовой

Свидетели средневекового потепления климата

Е.А.Ваганов

Институт леса им.В.Н.Сукачева СО РАН

Красноярск

М.М.Наурзбаев

Таймырский государственный биосферный заповедник

Хатанга

М.К.Хьюс

Аризонский университет

Тусон (США)

Древесные растения — самые долгоживущие организмы. Срок жизни большинства из них не превышает 700 лет, но есть и такие виды, возраст которых исчисляется тысячелетиями. В Северной Америке обнаружены деревья сосны остистой (*Pinus longaeva*) и секвойи гигантской (*Sequoia gigantea*) в возрасте более 4 тыс. и 2.5 тыс. лет соответственно¹, в Южной Америке к долгожителям (около 2 тыс. лет) относится фицройя² (*Fitzroya cupressoides*), а в горах Тянь-Шаня найдены 1300-летние деревья арчи туркестанской³ (*Juniperus turkestanica*).

Ни для кого не секрет, что число прожитых деревом лет легко посчитать по годичным кольцам — концентрическим слоям прироста древесины, но это не совсем так. Резкие

перепады температуры, содержания воды в почве и другие изменения условий роста могут привести к образованию нескольких таких колец в течение одного года. Потому в дендрохронологии используется метод перекрестного датирования, основанный на анализе структуры и размеров годичных колец у большого числа деревьев, выросших в одном регионе. У живых деревьев для анализа высверливают керны древесины, а у умерших исследуют спилы. Этот метод позволяет соотнести каждое годичное кольцо с календарным годом его формирования. Он полезен не только для определения возраста деревьев-долгожителей, но и для реконструкции событий, которые происходили в окружающей среде много веков назад и отразились в структуре их древесины⁴. Так, в бореальных лесах Северного полушария (в канадской части Скалистых гор) найдены старые (более 700 лет) деревья лиственницы альпийской, или Лайэда (*Larix lyalli*), изучение годичных колец которых было использовано для построения длитель-

ной хронологии и реконструкции летней температуры и динамики ледников⁵.

Что касается Евразии, то довольно обширный материал был собран участниками совместной российско-швейцарской экспедиции (1991—1994) при обследовании лесов северных районов (от Уральских гор до Чукотки)⁶. Выяснилось, что больше всего старожил среди лиственниц (сибирской, даурской, Каяндера), причем у самых старых из них ширина годичных колец тем меньше, чем восточнее они растут. Это отражает «ужесточение» условий роста деревьев. В этом же направлении увеличивается абсолютный возраст деревьев и соответственно длительность древесно-кольцевых хронологий. В районе Полярного Урала была обнаружена лиственница в возрасте 486 лет, в Средней Сибири — 609 лет, на северо-востоке Сибири — 670 лет.

Можно было предположить, что наиболее старые из ныне живущих деревьев должны произрастать на севере

¹ Schweingruber F.H. Trees and Wood in Dendrochronology. Berlin, 1993; Brown P.M. Oldlist: a database of maximum tree ages // Tree Rings, Environment and Humanity / Eds J.S.Dean, D.M.Meko, T.W.Swetnam. 1996. P.727—731.

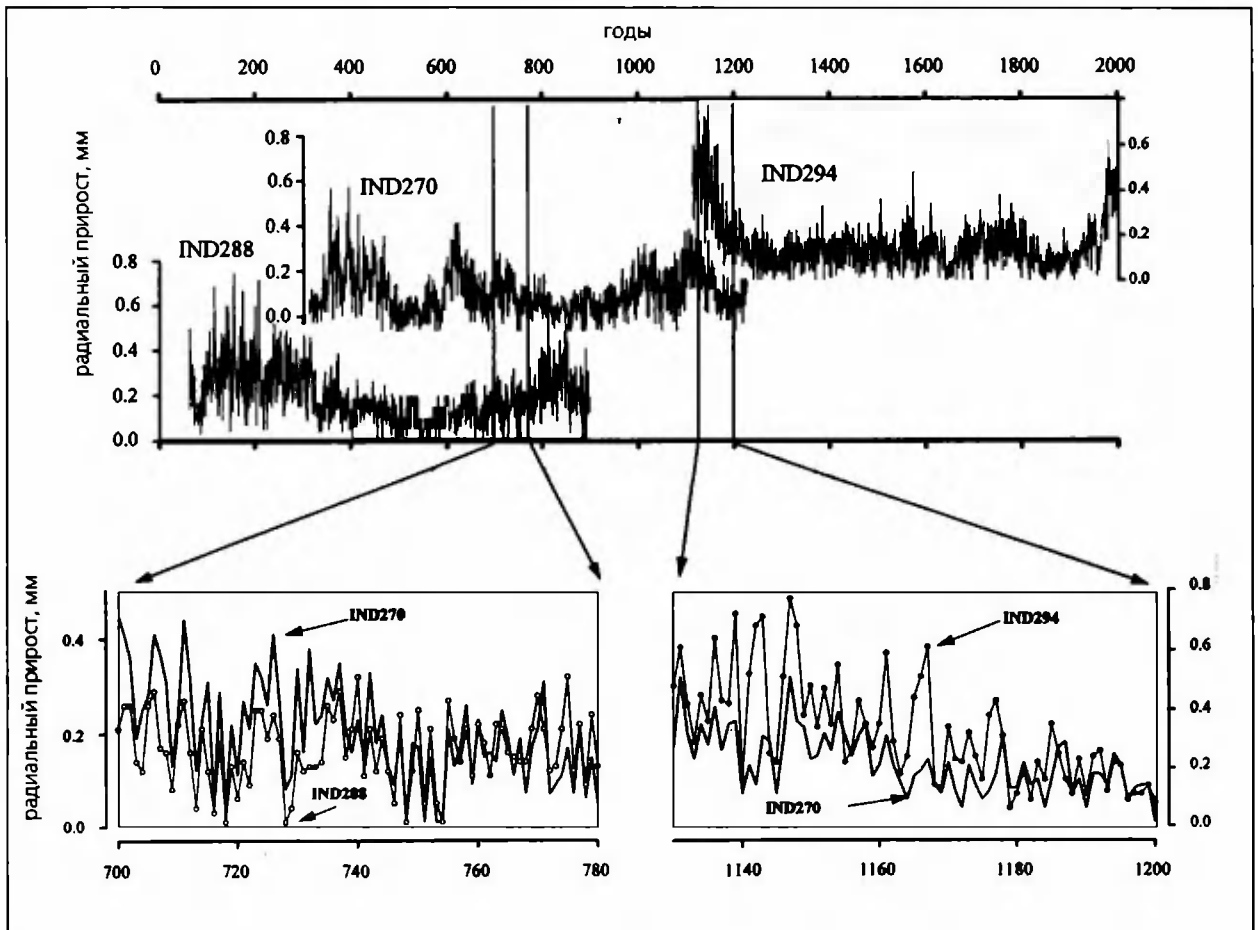
² Lara A., Villalba R. // Science. 1993. №260. P.1104—1106.

³ Мухамедшин К. Старейшие деревья в Средней Азии как объект дендрохронологических исследований // Мат. Всесоюз. совещ. по дендрохронологии и дендроклиматологии. Вильнюс, 1968. P.104—111.

⁴ Fritts H.C. Tree Rings and Climate. N.Y., 1976; Schweingruber F.H. Tree Rings and Environment. Dendroecology. Berlin, 1996.

⁵ Colenutt M.E., Luckman B.H. // Can. J. For. Res. 1995. № 25. P.777—789.

⁶ Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Мазепа В.С. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирекой Субарктике. Новосибирск, 1996.



Результаты дендрохронологического анализа трех лиственниц – деревьев-долгожителей. Определение календарных сроков жизни и построение длительной древесно-кольцевой хронологии проводились методом перекрестного датирования. Вверху представлены кривые изменчивости ширины годичных колец одного, появившегося в 1114 г. и дожившего до наших дней дерева (IND294) и двух отмерших (310–1228 гг. – IND270 и 59–897 гг. – IND288). Внизу приведены фрагменты наложения кривых, показывающие необычайно высокую синхронность изменений ширины годичных колец у исследуемых деревьев в соответствующие интервалы времени.

Якутии (Республика Саха), где деревья в силу суровых условий меньше подвергаются поражению грибными гнилями. В 1998–1999 гг. во время российско-американской экспедиции, организованной Институтом леса им. В.Н. Сукачева СО РАН и Аризонским университетом, был обнаружен массив лиственничного редколесья в окрестностях горы Ат-Хая (69°24'с.ш. и 148°25'в.д.), на современной верхней границе леса в долине ручья Кусаган-Мастах (нижнее течение р. Индигирки, Аллаиховский улус Республики Саха).

Старые лиственницы (*Larix cajanderi*) с диаметром ствола до 28 см (на высоте 1.3 м, стандартной для измерения диаметра в лесной таксации) и около 8.5–9 м в высоту составляют не более 15% от общего числа деревьев. У большинства из них сухие вершины и почти у всех кора испещрена глубокими трещинами. Возраст двух самых старых лиственниц составляет 878 и 885 лет (других 780–850 лет).

Сухие, отмершие стволы лиственниц разной степени сохранности либо лежат на

поверхности земли, либо опираются на чудом уцелевшие корневые «лапы», несмотря на то, что многие деревья погибли более полутора тысяч лет назад. Наибольший возраст отмершего дерева, которое жило в период с 81 по 1184 г., определен в 1104 года – абсолютный рекорд долгожительства не только для деревьев рода *Larix*, но и для древесных растений бореальной зоны Северного полушария.

Средняя ширина годичных колец наиболее старых деревьев не превышает 0.22 мм, что соответствует приро-



Одно из старейших деревьев Якутии — 885-летняя лиственница.



Хорошо сохранившийся ствол лиственницы, погибшей более тысячи лет назад.

Фото М.М.Наурзбаева

сту пяти—шести рядов клеток в год⁷. Максимальная скорость роста (до 1 мм в год) отмечена только в первые 50—100 лет жизни, в тысячетлетнем же возрасте и старше ежегодный прирост не превышал 0.06—0.08 мм. Эта особенность обнаружена как в ядрах живых, так и в спилах отмерших деревьев. Построенные по годичным кольцам тех и других деревьев древесно-кольцевые хронологии выявляют чувствительность к колебаниям внешних условий, причем наибольшую (коэффициент чувствительности 0.58—0.67) к изменениям основного лимитирующего фактора — летней температуре⁸. Отметим, что наши данные в сравнении с имеющимися в научной литературе обнаруживают наибольшие величины корреляции летней температуры

⁷ Ваганов Е.А., Шашкин А.В., Сви́дерская И.В., Высоцкая Л.Г. Гистометрический анализ роста древесных растений. Новосибирск, 1985.
⁸ Hughes M.K., Vaganov E.A., Shiyatov S.G., Tourehan R., Funkhouser G. // Holocene. 1999. №9. P.5.

и ширины годичных колец (коэффициент корреляции 0.84).

Таким образом, долгоживущие деревья — лучшие из известных «природных термографов»: по изменениям ширины их годичных колец, так же как по ледовым кернам, можно судить о длительных (в 200—400 лет) изменениях климата былых эпох, что, конечно, невозможно сделать, изучая годичные кольца у более молодых деревьев⁹. А потому деревья-«ветераны» заслуживают особого к себе отношения, ведь самые старые из доживших до наших дней лиственниц начали расти на последнем этапе так называемого средневекового потепления¹⁰ (900—1200-е годы) и оказались живыми сви-

⁹ Briffa K.R., Jones P.D., Schweingruber F.H. et al. Tree-ring variables as proxy-climate indicators: problems with low-frequency signals // Climatic Variations and Forcing Mechanisms of the Last 2000 Years / Eds P.Jones, R.Bradley, J.Jouzel. Berlin, 1996. P.9—41.

¹⁰ Lamb H.H. Climate: Present, Past and Future. V.2: Climate history and the future. London, 1977; Монин А.С., Шишков Ю.А. История климата Земли. Л., 1979.

детелями уникального периода в истории Земли. Находка деревьев рекордного для бо-реальной зоны возраста имеет большое значение не только для дендроклиматологии — науки, занимающейся анализом влияния климата на рост древесных растений и реконструкцией климатических условий прошлого по годичным кольцам деревьев, но и для экологии леса и охраны природы. В связи с этим всяческих похвал заслуживает принятое в 1999 г. Министерством экологии Республики Саха и администрацией Аллаиховского улуса решение о подготовке проекта об изменении статуса этого уникального лесного массива и объявлении его заповедной территорией. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект №99-05-64182) и Американского фонда гражданских исследований и развития (RC1-279).

Сохранены реликвии полярных исследователей

В сентябре 1999 г. на Лондонском аукционе Кристи, проходившем под эгидой Национального морского музея, при финансовой поддержке Мемориального фонда национального наследия, попечительских и общественных организаций, были приобретены предметы, принадлежавшие южнополярным экспедициям Р.Скотта и Э.Шеклтона (Polar Record. 2000. V.36. №196. P.70). В их числе — часы Скотта, которыми он пользовался во время самого дальнего своего продвижения на юг в

1902—1903 гг. на судне «Terra Nova»; флаг этого судна, который ставили на сани в походе к Южному полюсу; печь-примус; восемь пакетов для пищевых рационов; шлюпочный компас с судна «Endurance» экспедиции Шеклтона и др.

Известный полярный исследователь Р.Финнес (R.Fiennes) приобрел на аукционе и передал в дар Попечительскому совету наследия по Антарктике сухари, специально изготовленные для санных походов. Некоторые предметы были куплены частными лицами, это — государственные флаги Великобритании, имевшиеся на судне и в санной экспедиции Скотта; две

его курительные трубки; портсигар, подаренный Скоттом Шеклтону; экземпляр книги Э.Черри-Гаррарда (A.Cherry-Garrard) «Наихудшее путешествие по свету» с дарственной надписью жены Скотта; английский военно-морской флаг с судна «Quest» (на этом судне в 1921 г. умер Шеклтон); портрет Шеклтона.

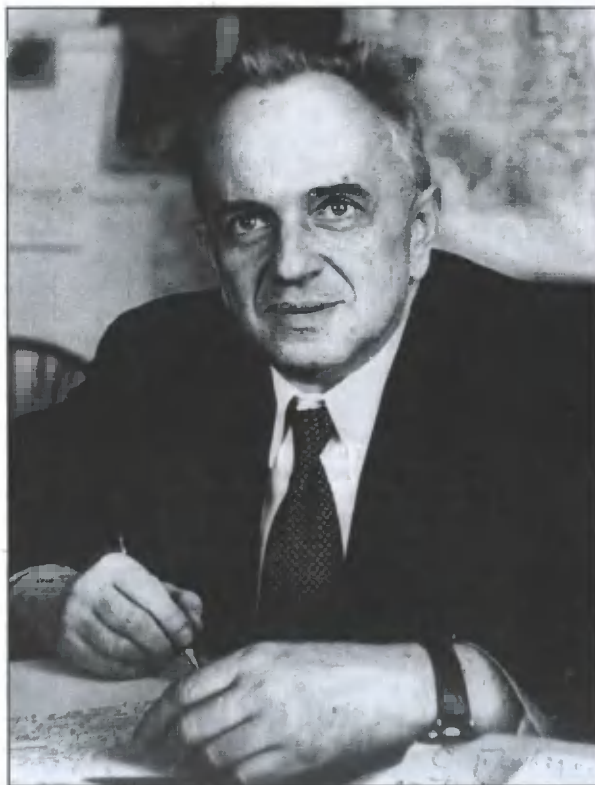
Ставки на этом аукционе оказались очень высокими, что заставило Национальный морской музей обратиться ко всем, кому дорога история освоения полюсов, с просьбой оказывать более щедрую финансовую поддержку.

Рамейдоскин

Наука не имеет границ

Заснегу

К 100-летию со дня рождения Ф.Г.Добржанского



*Феодосий Григорьевич Добржанский
12(25).I.1900 – 18.XII.1975*

25 января 2000 г. исполнилось 100 лет со дня рождения одного из самых выдающихся биологов XX в. — Феодосия Григорьевича Добржанского, чье имя в СССР многие годы замалчивалось. В 1937 г. Добржанский (в то время уже Th.Dobzhansky) выпустил в США знаменитую книгу «Генетика и происхождение видов», в которой обобщил достижения генетики, связав их с эволюционной теорией. По всеобщему признанию, эта книга ознаменовала синтез генетики и дарвинизма.

Научная деятельность Добржанского началась в Киеве. В начале 1924 г. молодой ученый, к тому времени уже сложившийся энтомолог, но начинающий генетик, по приглашению Ю.А.Филипченко переехал в Петроград и стал работать ассистентом на кафедре генетики и экспериментальной биологии Петроградского (позднее Ленинградского) университета. Помимо педагогической и исследовательской работы он возглавлял в те годы две большие экспедиции по изучению генетических ресурсов животноводства Восточного Казахстана в 1926 и 1927 гг. В них Добржанский совмещал изучение домашних животных (сам он главным образом занимался лошадьми) со сбором кокцинетид (жуков — божьих коровок). В одном из своих писем он написал, что занимался «зоотехнией» «по принуждению»¹, энтомология же была его юношеским увлечением: в 20-е годы Добржанский опубликовал много

¹ Богданов Н. // Генетика. 2000. Т.36. С.301–302.

работ, посвященных кокцинеллам, в том числе изменчивости жуков рода *Adalia*. В последующие годы, целиком перейдя на исследования в области генетики, Добржанский не оставлял полевой работы. На протяжении нескольких десятилетий он регулярно совершал экспедиции по Северной и Южной Америке, собирая материал для своей основной темы — генетика природных популяций дрозофил.

Спутниками Добржанского в его первой большой экспедиции были Я.Я.Лус и Н.Н.Медведев, ставшие в дальнейшем видными генетиками. Лус по материалам, собранным в экспедиции, опубликовал первое научное описание межвидовых гибридов яка и крупного рогатого скота, некоторые наблюдения над этими гибридами отмечены и в дневнике Добржанского. Много лет спустя Лус развил также и другую тему, представленную в дневнике, — отношения двух близких видов жуков рода *Adalia* — двух- и десятиточечных коровок.

Большой историко-научный интерес представляет упоминание в дневниках о встрече Добржанского с С.С.Четвериковым, основоположником популяционной генетики. Позднее, в США, именно Добржанский смог в полной мере реализовать творческую программу своего учителя, что по разным причинам не удалось ни самому Четверикову, ни его непосредственным ученикам.

Дневник Ф.Г.Добржанского сохранился в личном архиве его ученика Ю.Я.Керкиса. Машинописная копия находится в архиве по истории генетики при Институте общей генетики им.Н.И.Вавилова РАН. Отрывки из дневника публикуются впервые.

© И.А.Захаров,

доктор биологических наук
Институт общей генетики им.Н.И.Вавилова РАН
Москва

Из дневника Ф.Г.Добржанского

1926 год

20 апреля. Сегодня в 11 часов вечера я выехал скорым поездом в Москву. По странной случайности в одном вагоне, как оказалось, ехали 3 члена Казахстанской экспедиции: гидрограф Лебедев, один почвовед из Усть-Уртского отряда и я. <...> Лебедев, знаток и бывший абориген Семиречья, рассказывал о нем довольно много. Между прочим, и он утверждает, что не только видел аргынов (гибрид яка и домашней коровы), но и знает, что они плодovиты. Что касается домашней свиньи, то по его словам нередко случается, что дикие кабаны уводят с собой самок домашней свиньи. Однажды в поселке Китском такая свинья вернулась вновь восвояси после отсутствия с поросятами, происшедшими от подобного брака с диким кабаном.

21 апреля. Утром прибыл в Москву. День прошел незаметно в обществе Смирнова и Кучина. Вечером был у Четверикова, где вел разговор о перспективах поездки к Фогту, каковые, по-видимому, складываются довольно благоприятно. <...>

22 апреля. В 3 часа дня выехал из Москвы Ташкентским поездом. В вагоне сперва было невыносимо жарко и душно, что, как оказалось, объяснялось служебным усердием проводника, отапливавшего вагон по случаю того, что 1 мая еще не наступило. Погода в Москве заметно теплее Питерской. За Москвой снег на полях лежит кое-где,

в лесу заметно уже большие проталины. Под вечер переезжали разлившиеся, подобно морям, реки Москву и Оку. Особенно странно видеть подобную картину на реке Москве, этой летом в сущности ничтожной речонке.

27 апреля. Проснулся между Кагалинской и Перовском. Видна Сыр-Дарья. Бесконечная солонцовая степь, находящаяся сейчас в цвету. Голубые ирисы привлекают изо всех здешних цветов наибольшее внимание.

<...> В Перовск (после 1925 г. — Кзыл-Орда. — *Ред.*) я приехал около 10 часов утра по местному времени. Город наполовину, а то и больше, новый. Всюду видны новые постройки — дома и заборы все из того же саманного кирпича. Некоторые дома, в которых живут служащие правительств, с претензией на некую своеобразную архитектуру: широкие окна, выступы и т.д., но большинство просто кишлачного типа. Улицы широки, но довольно-таки путаные, носят имена (как и положено) всех святых. Тут и Маркс, и Энгельс, и Ленин, и Троцкий; другие — в честь национальностей — Казахская, Каракалпакская и т.д. Город довольно скверный — масса едкой соленой пыли, проникающей сквозь одежду и слепящей глаза. Соль в виде белых выцветов повсюду видна: на краях тротуаров, по стенкам канав — будущих арыков, в которых, правда, пока что ни капли воды, словом, всюду, где только она может кристаллизоваться. Население примерно на половину или несколько меньше того киргизское,



Участники экспедиции перед отъездом в Казахстан, 1926г. Сидят (слева направо): Ф.Г.Добржанский, Ю.А.Филипченко, Я.Я.Лус; стоят (слева направо): В.П.Савельев и Н.Н.Медведев.

Фото из архива Института общей генетики им. Н.И.Вавилова

прочие — русские. Правительственные учреждения — наркоматы — помещаются в малюсеньких одноэтажных домиках — вероятно, большая часть этих домиков были когда-то просто частными жилищами; однако сейчас эти домики снабжены крайне внушительными надписями, гласящими, что здесь-де помещается такое-то высокое учреждение. Зелени мало, но видна попытка оную посадить — всюду торчат саженцы деревьев. Азия дает себя чувствовать сразу: масса верховых лошадей и еще больше того всякого рода верблюдов: с клажей и под верхом. <...>

4 мая. Утром ездил на вокзал (верхом) встречать Луса, Савельева и Медведева, которые действительно благополучно и прибыли, но, увы, без багажа. Таким образом, уже 2 причины, удерживающих нас в Пишпекке: нет документов из Кызыл-Орды и нет багажа. Это крайне грустно, ибо может вызывать крайне нежелательные трения с возникшей, с которым мы уже уговорились ехать и который уже получил от нас задаток. <...>

8 мая. Сегодня кончилось тоскливое ожидание. Бумаги из Кызыл-Орды и багаж пришли почти в течение 10 минут. Таким образом, нет уже никакого основания задерживаться в Пишпекке (после 1926 г. — Фрунзе, ныне Бишкек. — *Ред.*) и завтра собираемся двигаться дальше.

9 мая. Сегодня часов в 7 к моему окну подъехала подвода, в которой мы должны ехать в Верный (после 1921 г. — Алма-Ата. — *Ред.*). <...>

Путь от Пишпека на Верный представляет собою почтовую дорогу, направляющуюся сперва на север через Курдайский перевал в Чу-Илийских горах, а затем поворачивающий вдоль названных гор и Заилийского Алатау, у подножья какого и расположен Верный. <...>

12 и 13 мая. Эти дни мы провели в Дегересе. <...>

Лошадиный материал Дегереса насчитывает 162 головы, из них 5 производителей — английский чистокровный, 2 туркмена и 2 английских полукровных... Остальные — 35 мерингов и 83 кобылы старше 2 лет, 20 двухлеток и 19 годовиков. Имеется также довольно много приплода этого года. Из сказанного выше явствует, что киргизские с.м. чистопородные существуют только кобылы; кроме них — очень много «улучшенных», т.е. метисов, от киргизских кобыл и различных иных пород, начиная с английской и кончая сомнительного достоинства рысаками.

Что касается и до самих киргизских кобыл, то и здесь имеется довольно-таки много экземпляров, несущих явственные следы смешения с другими формами. Измерение многих особей дается далеко не легко: табун пригоняется в загородку, там он ведет себя довольно спокойно. Намеченную лошадь захватывают арканом, и затем в надлежащий момент одевают ей узду. Некоторые доступны для измерения уже в этом состоянии, но для большинства — этого оказывается недостаточно и приходится пугать задние ноги при помощи ремней, идущих от груди, одевать на губы закрутку, закрывать глаза и т.д. Но отдельные особи не утихомириваются и после такого рода мер. Некоторые не позволяют себе одеть узду и стремятся вырваться с аркана; мертвая петля душит их до такой степени, что лошадь начинает хрипеть и пускать пену, но все же иногда несколько человек оказываются не в состоянии ее удерживать, она вырывается и убегает в горы. Многих, кроме указанных выше пут, приходится обкручивать арканами и привязывать к столбам так, чтобы они почти не могли пошевелиться. Мерить такое хрипящее, с помутившимися глазами животное, употребляющее все усилия, чтобы тебя уничтожить, не очень-то легко. И понятно, что получаемые промеры не отличаются в таких случаях особой точностью. <...>

28 мая. Сегодня совершен двойной переход — от станции Дмитриевка через Кутентай до Илийской — расстояние в 52 версты, вероятно, при том еще и с гаком. Поднялись мы около 3 часов ночи. Было очень холодно, так что спя на открытой веранде, все мы сильно промерзли под нашими одеяльцами. Навьючивши на себя все имевшиеся теплые вещи, мы собрались довольно скоро. Оказалось, что чалый вьючный конек сильно захромал. Когда его навьючили, он, правда, не упал, как это случилось вчера, но все же едва шел, волоча заднюю ногу; впечатление было таково, что он неиз-

бежно откажется двигаться дальше самое большое через несколько минут. Я был в ужасе, так как подобный случай в 25 верстах от Верного был бы равносильным задержке всей экспедиции на непредвиденно долгий срок в самом мало подходящем месте. Однако, слава Богу, этого не произошло, и наш «Чалка» (это имя за ним, вероятно, будет сохранено навсегда в нашей экспедиции), что называется, разошелся, и к концу дня хромота стала почти незаметной. Причина хромоты, по-видимому, так и осталась неизвестной, но в данном случае важнее причина ее исчезновения, ну а эта причина для меня лично ясна! <...>

За Кутентаем, верстах в 5, начинается резкое изменение характера местности. Полынная степь становится все более и более бедной влаголюбивыми формами. Почва сперва приобретает довольно резко выраженный солончаковый характер — выцветы соли на колеях дороги и в чуть пониженных местах в степи. Начинает меняться и почва — чистый лесс получает все больше и большую примесь крупнозернистого песка, и в конце концов мы едем по уже почти песчаной степи. <...> Все растения пустыни буквально до единого несут в своем строении явственнейшие следы приспособления к сухости. <...> Весь воздух вечером напоен ароматом бесчисленных цветов, но над всем доминирует пьяный, пряный запах джидды; ветерок, дующий со стороны, приносит с собой удушливо сладкие волны аромата этого растения. Едешь весь обвешанный тончайшими соблазнами, действующими на обонятельные органы. Даже в угрюмом, почти лишенном растительности селении Илийском ночь полна этих запахов, приносимых ветром из степи. <...>

Фауна этих мест, пожалуй, не менее интересна, чем флора. Из млекопитающих нельзя не заметить множества зайцев, поразительно близко перебегающих дорогу. На телеграфных проводах все время попадаются расписные щурки и сизоворонки; подчас тут же сидят и хищники; на одном из столбов сидел орел; Янис, подбегавший совсем близко, выстрелил из браунинга, но, конечно, не попал. Царь птиц было расправил свои могучие крылья, чтобы улететь, но, подумавши, видимо, решил, что не стоит беспокоиться из-за подобных пустяков, и остался сидеть все так же спокойно, хотя Янис с растерянным видом и поднятым револьвером в руке все еще продолжал стоять на старом месте. В результате вышло так, что выстрела этого больше всех испугался мой конь, одновременно ставший мочиться, испустивший газы и пытавшийся лечь на землю.

30 мая. <...> После чая и айрана, заменивших нам обед, мы собрались и отправились к следующему хозяину, точнее, к первому из тех, к которому у меня было письмо — к Оразбаю Аскарбекову. Первоначально прием был не из теплых: очень долго ждали у кибитки, пока кто-либо выйдет; хозяин, как оказалось, был не дома, а сидел где-то за

полверсты то ли в гостях, то ли постаравшись скрыться по случаю нашего приезда. Потом дело урегулировалось. Нас приняли и зарезали традиционного барана, которого мы благополучно и скушали при благосклонном к тому содействии многочисленных гостей хозяина, коих, надо сказать, набралось предостаточно. Хозяин наш, по довольно меткому определению Медведева, оказался форменным ихтиозавром. Тучный старец лет 65, который буквально сам палец о палец не ударяет, но тем не менее имеет двух жен, из коих одна больная, а другая, молодая, проживает в особой кибитке, куда и ушел на ночь спать хозяин, деликатно извиняясь, что-де не спит с нами, как того вообще говоря требует приличие. Во время ужина он снял (точнее с него стащили его жены) почти все стесняющие его бранные тела одеяния, исключая примитивных рубаш и панталон; словом, самые сокровенные части тела подчас неделикатно выставлялись на обозрение гостям. Пожалуй, наиболее забавным из всех обычаев онного почтенного старца является процедура, неизменно сопровождающая у него курение. Попросив и получив от нас бумажку и табак, он передает их кому-либо из присутствующих киргиз — своих сыновей или даже посторонних (видимо, от него зависимых); последние скручивают и заклеивают ему папиросу, раскуривают ее на огне, после чего вручают ее ему; с другой стороны подносится кувшин с водой, которую старец набирает в рот перед каждой затяжкой, после чего с силою и шумом выплевывает дым вместе с водою тут же на пол кибитки (на место очага). С нами он был любезен, но мало разговорчив, каковой тактике следовали и мы в соответствующей пропорции. Перед ужином мы успели измерить штук 25 баранов, которых у Оразбая имеется несколько тысяч. <...>

8 июня. Сегодня прошли расстояние от Муканчи до Талды-Кургана. Первые верст 25 дорога идет, пересекая бесчисленные протоки реки Коксу, широко разливающейся здесь, выйдя из гор, по долине. Местность здесь в высшей степени унылая — равнина, поросшая более обильной и свежей на вид растительностью. Тем не менее благодаря обилью воды и проведенным здесь довольно многочисленным и довольно многоводным арыкам повсюду видны возделанные участки земли, засеянные пшеницей, «клевером» (т.е. люцерной), реже рожью; эти участки расположены вокруг бесчисленных зимовок киргиз, переходящих тут, по-видимому, на полуоседлое существование. Каждая глиняная мазанка — зимовка — окружена некоторым количеством пирамидальных тополей; рассеянные по всей долине группы этих деревьев несколько скрашивают общий унылый вид долины. Часам к 12 дня мы добрались до «деревни» Дунганы — опять-таки не более как группа мазанок киргиз, где наконец вступили впервые за все время нашего путешествия от Илийска на колесную дорогу, ведущую в Талды-Курган. <...>



В экспедиции. С «тигровой» лошастью.

9–12 июня. Эти дни проведены нами в Талды-Кургане. Дел здесь было мало — получение бумаг из исполкома да приобретение лишней вьючной лошади не могли занять слишком много времени, но лошади наши за время перехода по пустыне пришли в такое состояние, что отдых им стал решительно необходим. Почти то же можно сказать и о людях — всего паче о Медведеве; сей муж, правда, похудел не столь сильно, как лошади, но дошел до такой степени киргизофобии, так сердито жаловался на голод и изрыгал такие потоки чисто российской брани, что его также необходимо было хотя бы несколько подкормить и успокоить валериановыми каплями ничегонеделания и т.д. <...>

16 июня. Утром производили промеры лошадей, овец и коз в стаде Менетпека и его соседей по аулу. В двух косяках жеребцы оказались булаными, и мне удалось подсчитать число буланых жеребят, принесенных от них разной масти кобылами. <...> Как оказалось, сегодня мусульманский праздник — праздник кумыса, нечто вроде открытия кумысного сезона. По сему поводу к нашему хозяину беспрерывно подъезжали гости и пили кумыс, все из той же своеобразной посуды, которая к тому же всякий раз извлекалась из сундуков, что довершало иллюзию.

Около 4 часов мы поехали дальше и часам к 6 оказались в кибитке Хожабек Талекина, аксакала, старейшины рода Матаи, находящегося сейчас в урочище Ой-Джайляу <...> Хожабек некогда был весьма богат и вместе с двумя своими братьями имел свыше 2000 кобыл, имеет дом в Копале и за свою долгую жизнь (ему 65 лет) имел 8 жен, от коих имел около 20 детей. Но он пострадал во время революции, у него отобрали значительную часть скота и даже кибиток, и сейчас у него осталось всего десяток кобыл, две жены и воспоминания о былой славе. Он рассказывал обо всем этом с истинно восточным спокойствием и фаталистической покорностью судьбе. В его все еще твердом, спокойном голосе, в его на редкость ясных

и спокойных глазах нельзя было прочесть ни единой нотки жалобы или даже протеста. Рассказ велся так, как можно было бы рассказывать о том, что вчера я выпил столько-то кружек кумыса и съел такое-то количество баранины. Несмотря на свое падение, Хожабек хранит еще свои старые права — он величав, естественно величав, без той дутости и комического важничания, которым старался достичь внушительности Бильдебай Самаев. Он живет по «николаевским порядкам», т.е. хранит чистоту и опрятность. И действительно, большей опрятности, чем у него в кибитке, мы не видели ни у одного киргиза. Его, его жен и детей белье блестело белизной, а подушки и кошмы были также вполне чисты. По всем этим причинам мы с большим удовольствием попили кумысу и поели баранины, после чего перешли ко сну.

17 июня. Утром попытки производить промеры кончились довольно неудачно: когда мы вышли с инструментами, направляясь к стаду, раздалось гиканье, и мимо нас к одной из кибиток Хожабек помчалось карьером человек 10 всадников. Сойдя с лошадей, они вошли к кибитку и подняли там неистовый вой и причитание, должныствующие изображать плач: как оказывается, час тому назад умер один из родичей Хожабек, и сегодня явились гости на поминки. Повыв некоторое время, гости стали медленно по одному выходить из кибитки, утирая кулаком воображаемые слезы, некоторые для этой цели повинымали даже платки. Через две-три минуты таким же порядком прискакало штук десять женщин, вошедших в ту же кибитку и поднявших там еще более неистовый вой. После сей процедуры гости незамедлительно успокоились и перешли к питью кумыса; в то же время поставили два громаднейших котла и стали резать баранов. Все население аула побегало принимать участие в происходящем; о работе в подобной обстановке нечего было и думать, кое-как измерили четырех лошадей, после чего решили ехать в Копал. <...>

21 июня. <...> Есенгул Маманов некогда был одним из богатейших хозяев Копальского района, но во время революции, как и все его родственники, убежал в Китай и там подвергся ограблению со стороны калмыков, опять-таки как и все родственники Мамановых, и сейчас у него осталось только несколько сот кобыл (сколько именно, определить, конечно, не удалось, так как, несмотря на всю свою интеллигентность, Мамановы все же явно врут, уменьшая количество скота) да, вероятно, пара тысяч баранов. Раньше здесь были высококровные производители — рысаки, кровь которых заметна в некоторых кобылах (нами, впрочем, не измерявшиеся), а также неопределенные «аргамаки». «Аргамак» — термин весьма неопределенный — это всякая способная скинуть лошадь не киргизской и не калмыцкой породы. <...>

Около 5 часов дня мы переехали к следующему хозяину, родственнику Мамановых, Айтмухамеду

Трусепкову, у которого и заночевали. <...> Хозяина довольно долго не было дома, он поехал куда-то на байгу, причем его мерин, решительно ничем не выдающийся по экстерьеру, взял первый приз. Кибитка его обставлена наиболее роскошно из всех виденных нами — прекрасные вышитые ковры и другие изящные вещи. Сам он тоже несколько говорит по-русски и одет, как и вся его многочисленная, несмотря на его молодость, семья, безукоризненно чисто, хотя и в национальном костюме.

26 июня. Выехавши из аула на Куян Кул около 8 часов утра, мы стали по довольно крутому месту спуску подниматься к главному хребту, т.е. на юг. Подъем этот привел нас в зону альпийских лугов, по которым мы ехали часов 4—5. <...>

Часам к 12 мы стали спускаться в долину к склонам хребта Джильды Карагай, уровень дна которой здесь так высок, что оно покрыто также альпийским лугом. Здесь, на этом спуске, с нами приключился инцидент, ныне представляющийся больше в комическом аспекте, но бывший вовсе не комическим в те минуты, когда он случился. Местность, по которой мы ехали весь сегодняшний день, совершенно безлюдна, и мы узнали, что она не посещается киргизами, несмотря на превосходные пастбища, потому что сюда производят набеги калмыки, или калмаки, которым для того чтобы добраться сюда из Китая, нужно лишь перейти снеговой хребет, в виду которого мы ехали. Впереди нашего каравана ехал наш нанятый проводник киргиз с вьючной лошадей, дальше ехал Кислицын со второй вьючной, затем на приличном расстоянии ехал я, и за мною — Янис и Медведев. Огибали небольшой выдающийся мысок, за которым следовала небольшая долина. Киргиз, поднявшись на перевальчик, нечто увидел в этой долинке и замахал кому-то шапкой; ехавший за ним Кислицын внезапно остановился, а затем он и киргиз-проводник одновременно повернули лошадей обратно, и я заметил на лице Кислицына выражение испуга. Не понимая в чем дело, я окликнул Кислицына, спрашивая в чем дело. В это время Кислицын пустил лошадь в карьер обратно, крикнув лишь: «Там калмаки, айда обратно скорее», — и затем: «Скорей, ребята, гони всю, у них винтовки, всех перестреляют». Положение казалось безнадежным, и нас охватил страх. Никто не помнит, посылал ли он лошадь, но все лошади, словно поняв в чем дело, понеслись бешеным галопом, прыгая через камни, рывины, ручьи. У меня в мозгу пролетела только одна мысль: «Неужели это конец, Боже спаси». Вьючные лошади сначала скакали вместе, затем отдельно; мешки с них полетели в разные стороны. Впереди меня скакал Янис, и я стал кричать ему, чтобы он вынул револьвер и стрелял. Мы взбирались на небольшой гребень, и у меня мелькнула мысль взобраться на него и там остановиться и отстреливаться. В это время из-за мыска появилось два всадника, которых я не рассмотрел за

расстоянием, и раздался выстрел, после которого киргиз-проводник упал с лошади; я решил, что он ранен или убит, и еще настойчивее кричал Янису, чтобы тот стрелял, но Янис скакал с обнаженным револьвером в руке и только в последний момент выстрелил. Наконец мы услышали крик Кислицына: «Стой, это пограничники». Недоразумение разъяснилось: за нами скакали не калмыки, а простые пограничники, пробиравшиеся в Копал, которые приняли нас, точнее нашего киргиза, за контрабандиста. Настроение переменялось мгновенно, испуг исчез и сменился досадой и, пожалуй, весельем. Подъехал третий красноармеец, и мы все вместе посмеялись над происшедшим. Один из них попросил у нас табаку, и ему дали пачку махорки; я предложил ему прочесть наш документ, но он оказался малограмотным и не захотел звать своих товарищей, говоря, что и так видит, что у нас все в порядке. После этого мы разъехались в разные стороны. Сажнях в 100 нашли алюминиевую кружку, очевидно, потерянную одним из красноармейцев, которая досталась нашему проводнику, который во всей этой истории испугался больше всех и, как говорили, упавши с лошади, стал молиться богу, приготовившись к смерти. Сейчас, правда, он пел уже иную песню и грозился, что будет жаловаться на этих пограничников в ГПУ, ибо от испуга у него лопнуло сердце и он лишится способности производить детей. <...>

10 июля. Вчера ночью, когда мы засыпали, через отверстие в крыше кибитки на нас светило звездное небо. Сегодня мы проснулись под шум дождя. Небо оказалось довольно густо покрытым облаками, хотя виднелось несколько клочков ясного неба, и над степью «ворот народов» также было ясное небо.

Выезд поэтому пришлось задержать часов до девяти; впрочем, дождь нас после этого все несколько подмочил.

Мы поехали по гребням боковых хребтов к гребню хребта Кунгуй (гора Джабык). Вокруг нас мелкие долинки и овражки, склоны которых покрыты альпийской флорой, а на дне их журчат более или менее крупные ручьи. Чем ближе к гребню хребта Кунгуй, тем больше вокруг пятен снега; северная сторона самого гребня покрыта снегом почти что сплошь. Выехавши на гребень, мы увидели следующий хребет — Тас-Тау с величественными остроконечными или призматическими вершинами, каменистыми, резко очерченными, покрытыми снегом. <...>

Нигде ни следа пребывания человека. Когда мы перевалили через Кунгуй, дождь прекратился, но зато по склону Тас-Тау поползли густые облака, закрывшие из виду снеговые вершины.

Мы стали спускаться в ущелье Тентека по зигзагообразной тропке; пришлось спешиться и вести лошадей под уздцы. <...> Тропинка идет среди великолепнейшей, прямо богатейшей луговой

растительности, вовсе не тронутой человеком. С каждого поворота ущелья видны картины одна лучше другой, одна другой привлекательнее. Таким образом мы ехали часа два с половиной и около двух часов дня подъехали к аулу, где, как оказалось, проживает вдова бывшего волостного управителя Медине Омарова с ее сыном Мухамед-залием. Мы попали в прекрасно обставленную и при том совершенно чистую кибитку, как оказывается, предназначенную исключительно для приема гостей, но не для жилья самих хозяев.

Здесь мы впервые встретились с любопытным и совершенно исключительным в условиях жизни киргиз случаем матриархата. Медине Омарова, а не ее сын, является хозяйкой всего аула. Говорят, что она заслужила уважение всех окрестных жителей, так как, оставшись без мужа, сумела сохранить имущество и вести хозяйство лучше многих и многих мужчин. Поэтому мужчины относятся к ней как к равной, а ее собственный женатый и взрослый сын слушается ее во всем и в сущности по своему значению равен нулю. <...>

22 июля. Сегодня утром занимались измерением скота Касымхадима Сейкимбаева. Лошади его в значительной степени изменены, так как раньше он имел и «сарт-теке» жеребцов (очевидно, каротауры), и «урус-теке» (видимо, рысаки?). Впрочем, влияние этого скрещивания заметно в большинстве случаев лошадей, в которых оно вообще заметно лишь при самом детальном изучении. Овцы Сейкимбаева, равно как и Кудербековых, не представляют собой ничего выдающегося; между прочим, большинство их безроги. <...>

28 июля. Сегодня сделали громадный переход по маршруту Копал—Ак-Ичке—Сары-Булак—Талды-Курган. Всего 64 версты.

Дорога от Копала до Сары-Булака идет вдоль небольших возвышенностей и затем переваливает небольшой хребтик — Ичке-Ульмес. По дороге от Копала до Ак-Ичке всюду разбросаны небольшие русские хутора, окруженные древесными насаждениями и имеющие очень уютный вид. За Ак-Ичке они уже не попадают, но попадаются отдельные киргизские кочевья. Леса нигде нет. Растительность степная — жидкий покров злаков, полынь, мелкий кустарничек. <...>

4 и 5 августа. За эти два дня совершили переходы: 4 августа Чингильды—Кутентай и 5 августа Кутентай—Верный. Дорога от Чингильды идет сперва по тоскливой полынной и солончаковой пустыне, а затем избегает в пойму Или и идет вдоль барханов. Барханы здесь небольшие и в значительной части закрепленные растительностью, хотя около самого Илийского моста имеется полоска подвижных барханов. Пойма Или обильно поросла кустарниковыми растениями — *Tamarix*, ивы, джидда и несколько других видов. Из животных здесь громадное количество зайцев — зайцы выскакивают чуть ли не из-под каждого кустика. <...>

5 августа приехали в Верный.

19 августа. 45 верст. Сегодня утром неожиданно для себя совершил плодотворную энтомологическую экскурсию. Во дворе галкинской усадьбы на кустах крапивы нашлось довольно много *imago* и куколок *Coccenella 7-punctata*, *Coccenella transversoguttata*, и множество *Adalia bipunctata* самых разнообразных окрасок, в том числе и совершенно необычайные, являющихся гомологами форм попадающихся у *Adalia 10-punctata*. Янис набрал также довольно много куколок *Adalia*. <...>

27 августа. Весь день провели в хозяйстве Кызылмудды и Кишкинемудды. Принимал нас самый младший из братьев (Кишкинемудда), так как старший все еще не вернулся с поминок. Осматривали яков, гибридов як × корова (между прочим долгожданное F2), коров и лошадей. Любезность наших хозяев была ниже средней, и вечером мы улеглись спать голодными, так как о мясе для нас не позаботились или, точнее, поспешили.

29 августа. 45 верст. Поднялись мы еще до рассвета и выехали не пивши чаю и ничего не евши. Дрожа от утреннего холода, седлали лошадей, в то время как на востоке высоко над горизонтом еще сиял Орион, а Венера еще не успела поблекнуть в лучах утренней зари. <...>

Выйдя из ущелья Тургеня, мы пошли на запад вдоль предгорий; из холода попали в сильную жару. В Иссыке полакомились пивом и баснословно дешевыми фруктами — арбузы, довольно большие, по пятаку, сливы, тоже больше, — 3 коп. десяток. На ночлег остановились в Иссыкской коммуне — аналог Тургенской коммуны, где мы останавливались в прошлый раз. Здесь за чаем в помещении общей столовой мы впервые увидели мелкую деталь коммунистического устройства жизни: в самоваре оказался чай с молоком — чтобы никому не было обидно и никто не думал, что один льет в чай молока больше процент, чем другой. Я, однако, возмел смелость попросить кувшин молока *per se*: так как я ведь все же не член коммуны! Из прочих достопримечательностей отмечу довольно приличный виноград из коммунистических виноградников, которыми здесь довольно сильно гордятся.

1—2 сентября. 1 сентября вечером мы сели в автомобиль в Верном <...> Ехали всю ночь, играя роль мячиков <...> на многочисленных ухабах и неровностях дороги, коих здесь имеется предостаточно. Утром перевалили Чу-Илийские горы, но не через Курдай, а западнее его, где спуск и подъем гораздо менее круты и вполне доступны для автомобиля. Зеленая, цветущая во время нашего приезда весною степь сейчас превратилась в сухую и бесплодную пустыню. В Пишпек прибыли около 2 часов дня. <...>

9 сентября. Прибыли в Петроград. ■

Его родословная

Н.Н.Богданов,

кандидат медицинских наук
Москва

Расписание

При обращении к личности любого крупного деятеля науки или искусства, а Феодосий Григорьевич Добржанский несомненно относится к таковым, рано или поздно встает вопрос о его родственниках и в первую очередь предках. В них мы пытаемся разглядеть истоки зарождения таланта. И пусть эти вопросы до сих пор не имеют точного ответа, чутье подсказывает нам, что интерес не напрасен. Ведь с каждым новым изучением генеалогии того или иного примечательного рода мы приближаемся, хотя и медленно, к загадке тайны.

В свое время Н.К.Кольцов писал: «Нам важно понять, откуда возникли те психические особенности, которые проявляет при жизни выдающийся человек... Когда мы изучаем родословные талантов и гениев, родившихся в выдающейся семье, о многих членах которой сохранились исторические данные в течение ряда поколений, на несколько столетий, мы можем проследить, как в каждом поколении комбинировались те или иные способности родителей»¹.

О родословной Добржанского известно не много. Первые сведения мы почерпнули из книги М.В.Волоцкого «Хроника рода Достоевского». Сей грандиозный труд был начат в начале 20-х годов по инициативе Кольцова, который в то время был серьезно увлечен евгеникой. К сожалению, сведений о предках Добржанского в книге очень мало и это не случайно. Сегодня,

на пороге 3-го тысячелетия, 70 лет спустя после написания книги, неискушенному читателю трудно представить атмосферу, в которой она создавалась. Приближалась эпоха «великого перелома», и над головами потомков писателя и его отдаленных родственников сгушались тучи. В конце 20-х годов за дворянское происхождение из вуза был исключен внук писателя, А.Ф.Достоевский, а в начале 30-х по ленинградскому делу академик арестован его племянник, А.А.Достоевский. Многие представители этого рода буквально нищенствовали, а Ф.Г.Добржанский стал невозвращенцем.

В таких условиях Волоцкой не мог не फिल्троваться имеющаяся у него информация. Так, о Добржанском сказано, что «в 1928 г. он находился в научной командировке в Америке»², а о том, что он там остался — ни слова. В противном случае строки книги могли бы стать своего рода политическим доносом. Видимо, по той же причине, в фонде фотопортретов рода Достоевских, отобранных Волоцким, отсутствуют фотографии Добржанского и его родственников³.

Учитывая эти обстоятельства, мы предприняли самостоятельные поиски, что позволило уточнить и дополнить те скудные сведения, которые вошли в книгу Волоцкого. Коснемся только родственников, которые объединяют Добржанского с Достоевским.

Известно, что Ф.Г.Добржанский родился в небольшом про-

винциальном городке Немирове на Украине. Недалеко, в г.Дашеве, родилась его бабка, возможно, и мать, а жили они в с.Кальнике Липовецкого уезда Киевской губ. Родовым гнездом Добржанского и Достоевских можно считать с.Войтовцы, где в конце XVIII в. был священником А.М.Достоевский, дед писателя. Здесь родились его дети, в том числе и отец Федора Михайловича.

Бабка Добржанского по материнской линии, Олимпиада Ивановна Черняк, по мужу Войнарская (ум. в 1902), была двоюродной сестрой писателя. Эта женщина отличалась крупным телосложением и властным мужским характером. Ее мать, Фекла Андреевна Достоевская, была четвертой дочерью деда писателя.

О матери Добржанского, Софье Васильевне Войнарской (1864—1920), которая вышла замуж за надзирателя Немировской гимназии Григория Карловича Добржанского, сведений очень мало. Известно, что сын чрезвычайно любил ее. Не случайно в письме к В.И.Вернадскому, человеку не столь близкому, он сообщает о смерти матери как о страшной потере⁴. Согласно справочнику «Весь Киев», с 1911 г. она поселилась в Киеве на Малой Дорогожитской ул., 17, в собственном доме, и, что удивительно, под девичьей фамилией⁵. Рядом, на Б.Дорогожитской, располагалась 6-я киевская гимназия⁶, ко-

¹ Кольцов Н. К. // Рус. евгенич. журн. 1926. Т.IV. Вып.3—4. С.1—2.

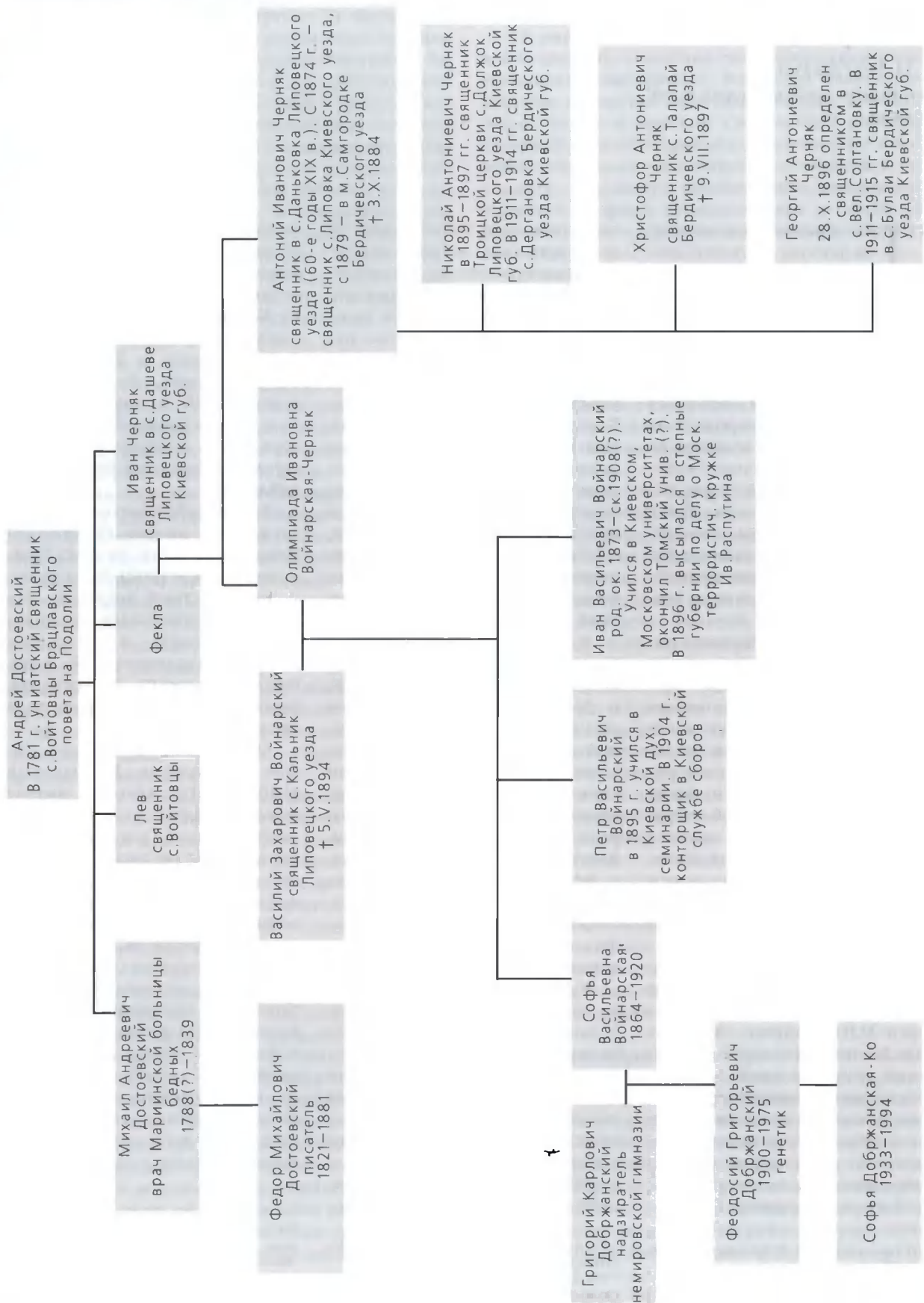
² Волоцкой М. В. Хроника рода Достоевского. М., 1933. С.69.

³ Ныне хранится в РГАЛИ. Ф.117. Едхр.1. Оп.26.

⁴ Сорокина М. Ю. Из переписки Ф.Г.Добржанского с В.И.Вернадским // Природа. 1990. №3. С.92.

⁵ Весь Киев на 1911 г.

⁶ Киев. Энциклопедический справочник. Киев, 1982. С.129.



тору в 1917 г. окончил будущей биолог.

У матери Добржанского было двое братьев. Старший, Петр Васильевич, в 90-х годах XIX в. учился в Киевской семинарии⁷. В 1904 г. работал конторщиком в Киевской службе сборов⁸ и жил на Фундуклеевской ул., 70. С 1907 г. он исчезает из Киева, его следы для нас теряются, хотя, по данным Волоцкого, он учился в Киевском университете, затем служил офицером сначала в царской армии, потом командиром — в Красной; был расстрелян денikinцами.

Младший брат, Иван Васильевич, согласно Волоцкому, был сослан в Сибирь по делу убийства вел. кн. Сергея Александровича. Однако в материалах по этому делу он не фигурировал⁹. В картотеке департамента полиции сохранилась его карточка. Действительно, Войнарского полиция арестовала, но не в 1905 г., а в 1895-м, по делу московской террористической организации Ивана Распутина—Василия Бахарева¹⁰. Добржанский, рассказывая Волоцкому о своем дяде, видимо, по сходству некоторых деталей приписал Войнарскому участие в гораздо более громком деле. Ведь он родился в 1900 г., и о событиях тех лет мог знать только понаслышке.

Что же было в действительности? На самом деле была трагическая по своей нелепости история, в которой студент физико-математического факультета Московского университета заплатил за один-единственный ни к чему не обязывающий разговор¹¹. Его однокашник, В. Бахарев, попросил взять в библиотеке некую книгу по химии, по которой тайно собирался синтезировать порох. Войнарский крайне удивился

занятиям своего приятеля: «Уж не собираешься ли ты повторить 1 марта?» — «И повторю, ежели потребуется», — таков был ответ. И хотя приготовить порох по имеющейся книге было невозможно, Бахарев попросил сохранить этот разговор в тайне. Однако полгода спустя, когда полиция выследила и арестовала весь «кружок» студентов, выяснилось, что Войнарский не доносил на заговорщиков, поскольку не считал этот разговор серьезным и к тому же был связан словом. В знак протеста против своего незаконного и несправедливого ареста он объявил голодовку. Это неблагоприятно отразилось на его здоровье, о чем говорит сохранившийся в деле «скорбный лист», содержащий ценные сведения о здоровье арестанта и членов его семьи¹².

В июле 1895 г. Войнарского освободили из-под стражи и отправили по месту жительства матери в с.Кальник, где за ним был учрежден негласный надзор. Через некоторое время он перебрался в Киев, и там после конфликта с назойливым филером было открыто новое дело, результатом чего стала высылка в Умань¹³ по новому местожительству матери. Здесь он вновь оказался в тюрьме за «невозможность выдать имущественный залог на случай... бегства из под полицейского надзора»¹⁴. В феврале 1896 г. Войнарского отправили на три года в степные губернии, и его следы теряются. Возможно потом он и окончил Томский университет, как об этом писал Волоцкий. В таком случае стоит отдать должное воле этого человека в стремлении получить высшее образование. Однако его «революционное» прошлое, мягко говоря, Волоцким преувеличено.

Во время второго заключения Войнарского, в Уманской тюрьме, его мать Олимпиада Ивановна написала прошение



И.В.Войнарский. 1895 г. Фото из Рос. архива РФ. Ф.1742. Оп.1. Д.6527. Публикуется впервые.

об освобождении сына¹⁵, точнее, лишь продиктовала, ибо была неграмотна (а ведь это двоюродная сестра Ф.М.Достоевского). В прошении отражена семейная атмосфера — сугубо патриархальная и религиозная.

Известно, что отец писателя, М.А.Достоевский, был потомком священников, жены которых по большей части не знали грамоты. Первым в роду он ушел из дома, чтобы получить светское образование. Его уход в Москву оказался тяжелым ударом для семьи. Потребовалось почти 80 лет, чтобы потомки Андрея Достоевского снова вступили на путь светского образования. Кажется, первым из них стал И.В.Войнарский. Вслед за ним пошел его племянник Ф.Г.Добржанский — самый яркий представитель рода Достоевских после Федора Михайловича. ■

⁷ Гос. архив РФ. Ф.102. Дп.7. 1895. №146(2). Л.176.

⁸ Весь Киев на 1904 г.

⁹ Дело об убийстве вел. кн. Сергея Александровича // Гос. архив РФ. Ф.63. 1905. Ед.хр.250.

¹⁰ Гос. архив РФ. Ф.102. Дп.7. №146. 1895.

¹¹ Там же. Л.132.

¹² Там же. №196(2). Л.150—151.

¹³ Там же. Л.252.

¹⁴ Там же. Л.284.

¹⁵ Там же. Ф.102. Дп.7. 1895. №146. Л.317—318.

Карьера Джорджа Кистяковского в Гарварде, Лос-Аламосе и Белом доме

В.П.Борисов,

кандидат технических наук

*Институт истории естествознания и техники РАН
Москва*

Повороты в судьбе Г.Б.Кистяковского, четверть жизни которого прошла в России и три четверти — в США, оказались связанными с историческими событиями XX в. Крупный ученый в области физической химии, он мог бы прожить спокойную академическую жизнь. Эпоха по-своему распорядилась его биографией, заставив пройти войну, эмиграцию, участвовать в создании атомного оружия и быть причастным к формированию американской государственной политики.

Ни в отца, ни в деда

Георгий Богданович родился 18 ноября 1900 г. в Киеве. Род Кистяковских был хорошо известен в Киеве, Москве и Санкт-Петербурге прежде всего благодаря заслугам деда, Александра Федоровича (1833—1885), выдающегося юриста, почетного члена Московского юридического общества, члена Императорского общества естествознания, антропологии и этнографии. Юриспруденции посвятил себя и отец Георгия, Богдан Александрович Кистяковский, профессор Киевского университета, автор многочисленных работ по теории права и социологии.

Интересы Богдана Александровича опередили время. Спустя много лет его сын, Георгий Богданович, к тому времени уже Джордж Кистяковский, объяснял это так: «Мой отец — социолог, выглядел «белой вороной» на рубеже столетия. Его труды были посвящены проблемам прав человека, которые представляли непопулярный предмет для занятий в России того времени. Эта проблематика тогда просто никого не интересовала»¹.

Юный Георгий не пошел ни в отца, ни в деда. Определенную роль в выборе профессии сыграл пример дяди — Владимира Александровича Кистяковского, профессора Московского университета, избравшего областью своей научной деятельности физическую химию².

Георгий рано испытал интерес к химии. После нескольких лет учебы в Киеве его перевели в частную школу в Москве. Здесь благодаря содействию дяди он получает возможность проводить эксперименты в химической лаборатории Московского университета.

Революцию, как и власть большевиков, юноша не принял. Начинается гражданская война, и восемнадцатилетний Кистяковский вступает в белую армию. В течение двух лет он участвует в боевых действиях под командованием генерала Врангеля, несколько раз оказываясь на волосок от гибели. Потом заболевает тифом, исцеление от которого в условиях военного лазарета было большой удачей. В конце 1920 г. Кистяковский переправился на французском корабле из Крыма в Турцию, а оттуда с большими трудностями перебрался в Югославию.

В Гарварде

В 1921 г. по совету и при материальной поддержке все того же дяди Георгий Богданович приезжает в Берлин, где поступает в университет. Пройдя за три с половиной года полный курс обучения, он в 1925 г. защищает докторскую диссертацию, посвященную процессам разложения окиси хлора под воздействием света. Научным руководителем Георгия был профессор Макс Боденштейн, хорошо знав-

¹ Chemical and Engineering News. 1971. V.49. №29. P.40—41.

© В.П.Борисов

² Фигуровский Н.А., Ромашков Ю.И. Владимир Александрович Кистяковский. М., 1967.

ший его дядю по совместной работе в лаборатории В.Оствальда. В том же году Кистяковский получает стипендию Международного комитета по образованию в области физической химии и в январе 1926 г. отправляется в США с рекомендательным письмом Макса Боденштейна к его бывшему ученику профессору Хью Тейлору. Так Кистяковский оказывается в Принстонском университете, где получает возможность заниматься проблемами катализа и абсорбции. Одновременно пишет книгу «Фотохимические процессы», которая выходит в 1928 г. в серии монографий Американского химического общества. Публикация книги сделала имя молодого ученого известным. В 1930 г. его приглашают на кафедру химии Гарвардского университета. С этой кафедрой, на которой велись исследования мирового уровня, Кистяковский надолго связал свою жизнь.

Первое десятилетие работы в Гарвардском университете, вплоть до начала 40-х годов, оказалось удивительно плодотворным и принесло Кистяковскому авторитет ведущего ученого в области физической химии.

Занимаясь в течение ряда лет исследованиями по фотохимии, он провел массу опытов, связанных с кинетикой реакций. Эксперименты проводились с разнообразными объектами — от простых газов до сложных биологических объектов, таких как ферменты и антитела. Существенные научные результаты дало исследование кинетики газофазных реакций, термохимии органических соединений и реакции ферментативного катализа. В этих работах раскрылся несомненный экспериментаторский талант ученого. Одновременно Кистяковский читал лекции и вел семинарские занятия.

Уверенный в себе, высокий (ростом 190 см), с курительной трубкой в зубах, эмигрант из России сразу стал заметной фигурой в Гарварде. По воспоминаниям коллег, Джордж Кистяковский — Кисти — обладал неподражаемым чувством юмора, в его присутствии комната обычно наполнялась веселым шумом. В свободное время любил смотреть спортивные соревнования; во время интересных футбольных матчей Кисти всегда можно было найти на трибуне гарвардского стадиона.

Участие в Манхэттенском проекте

Вскоре после начала второй мировой войны у Кистяковского появляются новые обязанности. По рекомендации ректора Гарвардского университета Дж.Конанта он становится консультантом Отдела по разработке взрывчатых веществ в составе Национального комитета по оборонным исследованиям. В 1942 г. эрудиро-

ванный и энергичный профессор назначается руководителем этого отдела и по существу возглавляет ведущую в США деятельность по созданию и испытанию взрывчатых веществ.

В обстановке строжайшей секретности разворачивается работа по проекту создания атомного оружия. В сентябре 1942 г. президентом Ф.Рузвельтом образован специальный комитет во главе с директором Института Карнеги В.Бушем, который должен объединить усилия ученых и военных в реализации поставленной задачи.

На безлюдном плато штата Нью-Мексико начинает расти город Лос-Аламос, призванный стать основным центром исследований по ядерной программе. В течение 1943 г. сюда прибывают ученые Принстонского, Чикагского, Калифорнийского, Висконсинского и других университетов, инженеры, техники, врачи, рабочие разных специальностей. В числе приехавших и руководитель отдела Комитета по оборонным исследованиям Джордж Кистяковский. «Я включился в работу по созданию оружия без колебаний, — вспоминал позже ученый, — потому что был активным противником нацизма»¹.

В Лос-Аламосе он возглавил работу по созданию устройства, вызывающего детонацию ядерного заряда. Проблема, которой предстояло заниматься Кистяковскому, хотя и связана с обычными взрывчатыми веществами (ВВ), по существу была совершенно необычной. Расчеты теоретиков показывали, что для осуществления ядерного взрыва «половинки» критической массы должны быть сближены со скоростью, превышающей 1 км/с. Достичь этого можно, сделав вокруг атомного заряда оболочку из обычных ВВ. Подрыв оболочки должен обеспечить сближение частей заряда с требуемой скоростью. Однако осуществление этой идеи было связано со столь сложными проблемами, что большинство ученых, допущенных к атомным секретам, считало реализацию «обжимающего» взрыва невозможной. Симметричный подрыв взрывчатки с разных сторон, обеспечивающий отклонение от синхронности встречных ударных волн в пределах 5%, представляется технически недостижимым — такой вывод содержался, в частности, в докладе английских ученых-ядерщиков.

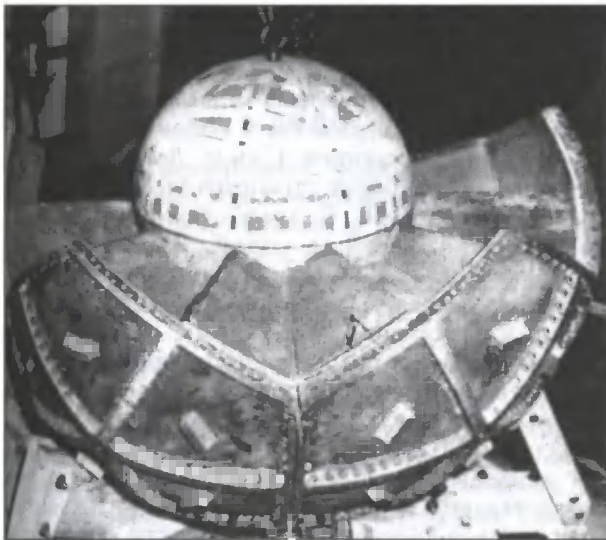
Так выглядела проблема к тому моменту, когда член Комитета военной политики Конант предложил взяться за нее Кистяковскому. «Я знал Джорджа уже много лет, — писал впоследствии Конант, — и полностью доверял его оценке».

Кистяковский дал ответ через несколько недель. «Можно сделать, чтобы это сработало.

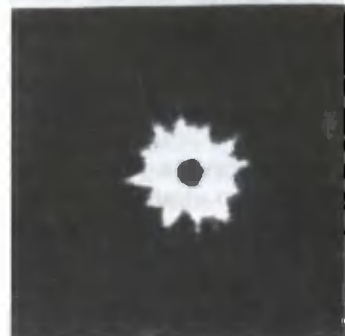
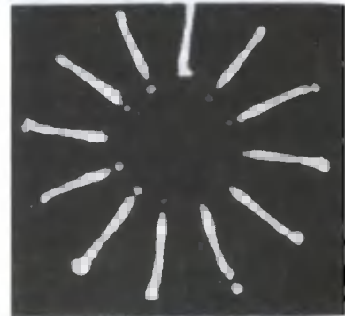
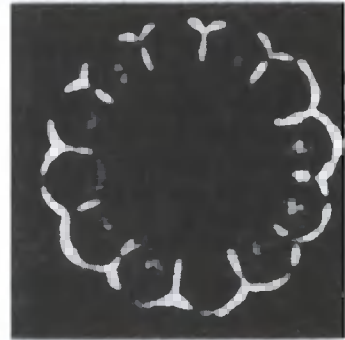
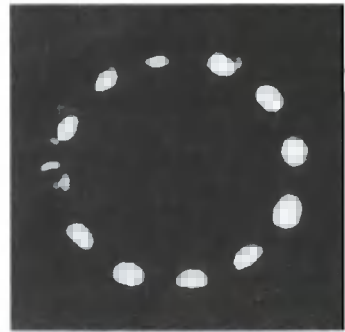
¹ Chemical and Engineering News. 1981. V.59. №5. P.21.



Джордж Кистьяковский в Лос-Аламосе (верхом на лошади Кризис). Фото относится к периоду разработки и испытаний детонационной линзы для атомной бомбы «Толстяк».



Макет одной из первых конструкций атомной бомбы «Толстяк». Часть сегментов детонационного устройства снята. Справа — рентгеновская кинограмма экспериментальных взрывов. Последний кадр демонстрирует требуемое сжатие ядерного заряда.



Лично я уверен на сто процентов». Что давало ему основания для такой уверенности? После войны Кистяковский писал об этом так: «Думаю, что к 1943 г. я понимал кое-что в ВВ». Более того, он пришел к выводу, «что из них (ВВ) можно сделать точный инструмент — взгляд, совершенно отличный от военной практики».

Объективно оценивая ситуацию, нужно признать, что оснований для полного оптимизма, конечно, не было. Вероятно, Кистяковскому хотелось развеять атмосферу сомнений, сопровождавших обсуждение метода детонации. Мало обнадеживающими были результаты, полученные его коллегой С.Неддермайером и смоделированные на компьютере IBM; до самого конца не оставляли сомнения Р.Оппенгеймера, Л.Гровса, В.Буша.

В январе 1944 г. гарвардский профессор надолго поселился в маленькой квартирке в Лос-Аламосе. Под его руководством были проведены тысячи опытов по выбору ВВ, изучению происходящих процессов. Впоследствии Кистяковский признал, что работа «быстро снизила свой уровень до догадок и эмпирических обрывков, поскольку исследуемая область была малоизученной»¹. К окончательной конструкции детонационной «линзы» ученый пришел в феврале 1945 г.

В день испытания нового оружия, 16 июля 1945 г., Кистяковский находился на наблюдательном пункте полигона Аламогордо рядом с руководителем работ по созданию атомной бомбы Робертом Оппенгеймером. Зрелище первого ядерного взрыва, которое один из участников проекта, генерал Фарелл, охарактеризовал как «беспрецедентное, величественное, прекрасное, изумляющее и устрашающее», на какое-то время оставило очевидцев в гипнотическом оцепенении. Затем Оппенгеймер и Кистяковский крепко обняли друг друга. Они выполнили историческую миссию.

Последующие события, в первую очередь бомбардировки Хиросимы и Нагасаки, стали испытанием и для создателей нового разрушительного оружия. Хотя решение о ядерной бомбардировке японских городов принималось на государственном уровне, многие из исполнителей атомного проекта не могли не ощутить моральную ответственность за то, как используются результаты их труда.

Происходит раскол. О.Брюстер, Дж.Франк и другие ученые обращаются в правительство с требованием прекратить работы над атомным оружием и запретить его применение. «Мы знаем об огромной опасности, угрожающей будущему Соединенных Штатов и других стран, о которой еще не ведают человечест-



Эдвард Теллер и Норрис Брэдбери обсуждают проблемы, связанные с работой над плутониевой бомбой.

во», — говорилось в меморандуме, который направил Франк от имени семи ученых-атомщиков министру обороны США.

Полярно противоположную позицию занял Э.Теллер — он солидаризировался с политикой холодной войны и возглавил в скором времени работы по созданию водородной бомбы. В дальнейшем с ним активно сотрудничали Дж.Нейман, С.Улам, Дж.Миллер, Л.Нордхейм и другие известные физики.

Руководитель Лос-Аламосской лаборатории Оппенгеймер первоначально не входил в число ученых, протестовавших против применения атомного оружия, считая, что такие вопросы должны решать политики и военные. Бомбардировки Хиросимы и Нагасаки стали для него отрезвляющим шоком. Оппенгеймер открыто выступил против продолжения работ над атомным оружием, что стало причиной позорного судилища над ним с обвинением в нелояльности и политической неблагонадежности.

Не сразу пришел к пониманию опасности политических игр с использованием ядерного оружия и Джордж Кистяковский. В феврале 1946 г. он покидает Лос-Аламос и возвращается в Гарвардский университет, к прежней размеренной жизни: чтение лекций, работа в лаборатории по кинетике ферментных реакций, ударным волнам при взрывных процессах и т.п.

Однако его работа на оборону не забыта. В том же 1946 г. Кистяковский получает правительственную награду за вклад в выполнение Манхэттенского проекта. Спустя два года

¹Rhodes R. The Making of the Atomic Bomb. N.Y., 1987. P.377, 542, 576—578.



Роберт Оппенгеймер и генерал Лесли Гровс осматривают место испытания атомной бомбы.

в Лондоне английский король Георг VI вручает ему медаль за заслуги в отстаивании свободы.

Одновременно научное сообщество отмечает выдающиеся результаты, полученные Кистяковским в исследованиях по физической химии. Американское химическое общество присуждает ему медаль им. У. Николса «за выдающийся вклад в область кинетики химических реакций, спектроскопические исследования многоатомных молекул и изучение тепловых эффектов в реакциях органических соединений». На церемонии награждения хорошо знавший Кистяковского доктор Нойес отметил присущие ему «ясность мышления и подвижное воображение». «Где бы ни работал Кистяковский, — добавил Нойес, — он всегда стано-

вился генератором свежих идей и инициатором использования новых технических средств»⁵.

В 1947—1950 гг. Кистяковский возглавляет кафедру химии Гарвардского университета, участвует в работе приемной комиссии и других делах университета. Однако ограничить свою жизнь университетскими стенами ему пришлось недолго.

В Белом доме

С начала 50-х годов Кистяковскому приходится все чаще выезжать в Вашингтон и задерживаться там на все более продолжительный срок. Об этом периоде его деятельности рассказал заместитель директора ЦРУ, начальник отдела по научной разведке Х.Е.Сковил: «В продолжение 50-х годов Кистяковский играл важную роль в качестве консультанта многих правительственных учреждений и самого президента США по вопросам национальной безопасности, особенно в области ядерных вооружений и средств их доставки. В начале этого десятилетия он являлся членом многочисленных экспертных групп, дававших заключения по вопросам безопасности для министерства обороны, Комитета по атомной энергии, ЦРУ и Белого дома. Он участвовал в разработке американской программы баллистических ракет и в оценке советских программ в этой области. После создания в 1957 г. Консультативного комитета по науке при президенте США, непосредственно подчинявшегося Эйзенхауэру, Кистяковский стал одним из самых активных экспертов президентской научной команды. Его рекомендации относительно того, какие программы следует финансировать и каким образом в поддержке, были особенно полезными и часто являлись основой для принятия государственных решений на президентском и правительственном уровнях»⁶.

Но через несколько лет эта деятельность начинает тяготить Кистяковского. В 1958 г. он намеревался оставить работу в правительственных комиссиях и вернуться в университет. Осуществить это намерение помешал президент Д. Эйзенхауэр. Он пригласил Кистяковского на беседу, в ходе которой предложил занять пост специального советника президента США по науке и технике. Хотя работа на этом посту обещала далеко не спокойную жизнь, ученый ответил согласием. В воспоминаниях Кистяковский так охарактеризовал ситуацию, в которой президент США призвал в помощники гарвардского профессора.

⁵ Chemical and Engineering News. 1947. V.25. №11. P.770.

⁶ Ibidem. 1981. V.59. №5. P.21.

«Мое назначение на пост специального помощника президента США по науке и технике последовало на волне озабоченности американской общественности состоянием дел в науке и технике после запуска первого советского искусственного спутника Земли. Запуск советского спутника Земли 4 октября 1957 г. вызвал переполох во всех слоях американского общества. Некоторые американцы были склонны расценить успех советской космической программы как «бескровный Перл-Харбор» для престижа США. В те дни «Нью-Йорк Таймс» ошеломленно писала, что «русские обладают межконтинентальными баллистическими ракетами, которые способны в скором времени стереть с лица земли американские города»⁷.

В условиях жесточайшей критики, обрушившейся на администрацию, и потери доверия к правительству президент Эйзенхауэр обратился к ученым, которые, по его убеждению, могли предложить решения, выходящие за рамки бюрократической рутины. Бывший командующий ВМС и министр обороны США Т.Гейтс писал об этом следующее: «Неожиданно важными фигурами стали ученые. Они обладали правом накладывать запрет. Они стали очень влиятельными людьми. Нужно было уделять много внимания таким личностям, как Эдвард Теллер, Джон фон Нейман, Вернер фон Браун, Джим Киллиан, Джордж Кистяковский, — именно эти люди оказались в центре внимания. Все перевернулось вверх дном как в военной области, так и в международной политике. Разработка ядерных вооружений, создание новых технологий, производство чего бы то ни было проходило бешеными темпами. В 1953-м — ни одного оперативного сверхзвукового самолета, ни одной ракеты дальнего радиуса действия. И все это появилось через какие-то два-три года». Задачам усиления влияния науки на американскую политику отвечал созданный при президенте Эйзенхауэре Консультативный комитет по науке и технике, куда помимо Кистяковского вошли помощник президента по науке Дж.Киллиан и ученые разных специальностей.

Кистяковский и Киллиан работали в Комитете в тесном контакте; в воспоминаниях членов Комитета можно встретить любопытные оценки стилей их работы. Ректор Массачусетского технологического института Киллиан отличался тактом и сдержанностью, при обсуждении проблем старался найти компромисс с целью принятия коллегиального решения. Кистяковский, если он достаточно глубоко вник в проблему, часто настаивал на своем по-



Джордж Кистяковский с президентом США Дуайтом Эйзенхауэром.

нению ситуации, не боясь остаться в меньшинстве, «при особом мнении».

Эйзенхауэру импонировал прямолинейный, достаточно жесткий стиль работы Кистяковского. Он дал своему помощнику, например, поручение проанализировать деятельность Главного управления стратегических ВВС США. На заседании Национального совета безопасности президент объяснил свое решение так: «Я не верю этим генералам, поэтому я послал Джорджа разобрататься, как у них обстоят дела на самом деле».

Вникая в механизм формирования стратегических целей государственной политики, научившись отыскивать скрытые пружины действий Пентагона и других ведомств, сам Кистяковский все больше разочаровывается в методах американской политической кухни: «В конце 50-х годов по указанию президента я участвовал во всех заседаниях Национального совета безопасности. Я начал понимать, что политика создается путем, который весьма сомнителен. В ее формировании участвуют люди, не знающие реальных фактов и не имеющие времени их изучить в силу бюрократической занятости. Некоторые из них находятся на низком интеллектуальном уровне. У меня достаточно самоуважения, чтобы сказать об этом. Называть конкретные имена я не буду»⁸.

Что и говорить, бескомпромиссности профессору было не занимать.

Против гонки вооружений

В 1961 г. президентом США был избран Джон Кеннеди. С его приходом в Белый дом состав аппарата и методы формирования политики подверглись существенным изменениям. В новой команде советнику по вопросам науки

⁷ Kistiakowsky G. A Scientist at the White House. Cambridge, 1976. Preface.

⁸ Ibidem. Introduction.

⁹ Chemical and Engineering News. 1981. V.59. №5. P.27.

и техники отводилась менее существенная роль. Продолжая работать в президентском Совете и Консультативном комитете по контролю над вооружением, Кистьяковский стал отмечать, как постепенно размывается ряд принципов ограничения гонки вооружений, выработанных при прежнем руководстве. Деятельность Консультативного комитета становилась все менее эффективной.

Не следует думать, что Кистьяковский принадлежал к числу «голубей» в правительственных структурах США. Его деятельность в экспертных группах и Консультативном совете всегда подчинялась задаче эффективного противодействия СССР. Проводя политику контроля над вооружениями, он призывал не к разоружению, а к сдерживанию необоснованного роста расходов военно-промышленного комплекса США.

После Карибского кризиса осуществлять такое сдерживание стало сложнее. Балансирование на грани вооруженного конфликта оказалось на руку «ястребам» из Пентагона. «Военные постоянно кормили средства массовой информации, налогоплательщиков и Конгресс вымышленной информацией о нашем отставании по бомбардировщикам, ракетам, уровню гражданской обороны, системам противоракетной обороны, — отмечал позже Кистьяковский. — Теперь нам говорят об отставании в точности ракетного оружия»¹⁰.

В 1967 г. президент США Л.Джонсон награждает Кистьяковского уже третьей медалью за заслуги перед американским обществом (первую такую медаль ученый получил от Г.Трумэна, вторую — из рук Д.Эйзенхауэра).

Идет война во Вьетнаме, и Кистьяковский решает использовать свой авторитет, чтобы попытаться ее остановить. Он направляет государственному секретарю меморандум, призывающий принять меры, направленные на прекращение войны. Убедившись, что его голос не способен противостоять военной машине, он в 1968 г. выходит из всех правительственных органов и комиссий.

И вновь — Гарвардский университет. За период, прошедший после начала второй мировой войны, наука претерпела значительные изменения. Это особенно заметно ученому, несколько лет не занимавшемуся исследовательской работой: «Когда мне было двадцать лет, я знал поименно всех физико-химиков мира. Я прочитал всю литературу по физической хи-

мии. Теперь это невозможно. Исследование стало менее привлекательным, поскольку ты знаешь, что, если не сделаешь его сегодня, завтра его выполнит кто-то другой»¹¹.

Творческий потенциал профессора Кистьяковского, приближающегося к своему 70-летию, все так же высок. По-прежнему он полон идей, все так же изобретателен в совершенствовании техники эксперимента. Среди проблем, которыми он занимался в эти годы, — бензольная флюоресценция (заинтересовавшая его более 30 лет назад), масс-спектрометрический анализ быстропротекающих реакций, фотохимия метиленовых радикалов. Свидетельством высокого уровня научной работы Кистьяковского стало присуждение ему в 1972 г. медали им.Дж.Пристли. На чествовании присутствовало большое количество журналистов. Все знали, что, занимаясь научной работой, Кистьяковский продолжает состоять деятельным членом Совета за создание в мире достойных для человека условий жизни, основанного Лео Сциллардом в 1962 г., по-прежнему пользуется высоким авторитетом как эксперт в области проблем национальной безопасности. Многие американские газеты поместили выдержки из выступления Кистьяковского, в котором он подверг резкой критике политику США, направленную на продолжение гонки вооружений и тем самым идущую вразрез с национальными интересами.

В последние годы жизни (Кистьяковский умер 7 декабря 1982 г.) ученый отошел от активной деятельности в университете, сосредоточив свое внимание на работе в Совете за создание в мире достойных для человека условий жизни (он стал председателем Совета) и занимаясь проблемами экологии.

В последнем большом интервью, которое Кистьяковский дал журналу «Chemical and Engineering News» за полтора года до своей смерти, он вновь говорил об опасности неразумного расширения гонки вооружений: «Я полагаю, что есть тесная корреляция между степенью вовлечения страны в военную деятельность и снижением возможностей экономического развития»¹².

Экономическое развитие Соединенных Штатов не замедлилось. Зато под бременем непосильных военных расходов в скором времени рухнула советская экономика. Так, может быть, и нам стоило хотя бы прислушиваться к предостережениям научных корифеев, которых мы когда-то потеряли. ■

¹⁰ Ibidem. P.23.

¹¹ Ibidem. 1971. V.49. №29. P.40.

¹² Ibidem. 1981. V.59. №5. P.22.

Ядерная энергетика в 1999 году

Мировая ядерная энергетика в 1999 г. развивалась относительно слабыми темпами. Рост производства электроэнергии по сравнению с 1998 г. составил всего 0.5%. Для сравнения: нефтедобыча выросла на 1%, а добыча газа — на 3%.

Показатели, характеризующие ядерную энергетiku различных стран, собраны в таблице в порядке убывания полной мощности АЭС.

В настоящее время в мире строится 37 ядерных энергетиче-

ских реакторов с суммарной проектируемой мощностью 31 ГВт (9% от мощности всех работающих).

Как видно из таблицы, во Франции ядерная энергия дает три четверти от полного производства электроэнергии. Следующая по обеспеченности ядерной энергией — Литва, причем два ее энергоблока загружены далеко не полностью.

В последней колонке приведена доля используемой мощности, которая никогда не достигает 100%, поскольку реакторы приходится останавливать для замены топлива, ремонта и профилактики. Использование менее 80%

мощности свидетельствует либо о том, что реакторы находятся в отладке, либо об их устарелости. Приятно отметить, что максимальная загрузка достигается в Финляндии, а также в Венгрии и Чехии на реакторах российского производства.

Nuclear Europe Worldscan. 2000. №7—8. P.25 (Швейцария).

Астрофизика

Вторая жизнь радиогалактики

Радиогалактики задают ученым массу загадок. Недавно к ним добавилась еще одна, связанная с открытием голландского исследователя А.Сханмакерса (A.Shaenmakers): оказывается, эти объекты способны, однажды «угаснув», снова возродиться через миллионы лет.

Признаком типичной радиогалактики служат парные, расположенные по обе стороны от нее, источники излучения. Они образованы струями плазмы, которые с огромной скоростью сталкиваются с межгалактическими скоплениями атомов, расположенными в миллионах световых лет от ядра галактики.

Происхождение подобных струй пока остается доподлинно неизвестным. Но большинство астрономов склоняется к мысли, что они выбрасываются вдоль оси вращения сверхмассивной черной дыры, которая стремительно поглощает все близко расположенные облака газов, а затем «извергает» их в виде плазмы. Впрочем, механизм подобного процесса тоже неясен.

Работая на радиотелескопе обсерватории Вестерборк (Нидерланды), голландские астрономы установили, что существуют объекты, которые следует называть «дважды двойными» радиогалактиками. Они представляют собой обычную радиогалактику с двумя характерными выступами, которые наложены еще на одну пару струй, значительно более древних и вытянутых намного дальше от центра.

Страна	Число реакторов	Полная мощность всех АЭС (ГВт)	Выработка электроэнергии (ГВт·час)	Доля выработки от полной (%)	Кэф. использования (%)
США	104	97.15	727.7	19.8	85.5
Франция	59	63.10	160.4	75.0	86.7
Япония	53	43.69	303.3	34.6	79.2
Германия	19	21.12	160.4	31.2	86.7
Россия	29	19.84	110.9	14.4	63.8
Корея	16	12.99	97.82	42.8	86.0
Великобритания	35	12.97	67.35	28.9	80.3
Украина	14	12.12	67.35	43.8	63.5
Канада	14	10.00	69.30	12.4	79.1
Швеция	11	9.43	70.10	46.8	84.8
Испания	9	7.47	56.47	31.0	86.3
Бельгия	7	5.71	46.60	57.7	93.1
Тайвань	6	4.88	36.91	25.3	86.3
Болгария	6	3.54	14.53	47.1	46.9
Швейцария	5	3.18	23.52	36.0	84.4
Финляндия	4	2.66	22.07	33.1	94.9
Словакия	6	4.21	13.12	47.0	62.3
Литва	2	2.37	9.86	73.1	47.5
КНР	3	2.17	14.10	1.15	74.3
Индия	11	1.90	11.45	2.65	68.9
ЮАР	2	1.84	13.47	7.08	83.5
Венгрия	4	1.73	14.10	38.3	93.1
Чехия	4	1.65	13.36	20.8	92.54
Мексика	2	1.36	10.00	5.21	83.9
Аргентина	2	0.94	6.59	9.04	80.5
Румыния	1	0.65	4.81	10.7	84.5
Бразилия	1	0.63	3.98	1.25	72.5
Голландия	1	0.45	3.40	4.02	86.4
Армения	1	0.37	2.08	36.4	63.1
Пакистан	1	0.13	0.07	0.11	6.4
Всего	433	349.00	2398		

Новости науки

В небе Северного полушария Сханмакерс с коллегами наблюдали три таких объекта, но, обратившись к литературе, обнаружили еще пять, ранее описанных другими учеными. Все эти галактики гигантских размеров: внешние выступы простираются на 2,5—8,0 млн световых лет, т.е. в десятки раз превышают величину нашей Галактики.

Оценив распределение энергии исходящих радиоволн, исследователи пришли к выводу, что возраст внешних выступов 100—200 млн лет. Следов существования струйных выбросов между старыми и более молодыми не замечено. Вероятно, подобные «гейзеры» в течение миллионов лет «дремали», прежде чем начать снова «извергаться».

Что приводит к возрождению якобы «угасших» объектов? В отсутствие теории, объясняющей возникновение струйных выбросов, об этом можно только догадываться. Д.Меррит (D.Merritt) считает, что началом возрождения может стать столкновение двух галактик: при их слиянии газовые облака падают на центр, где включается механизм, порождающий струи материи.

Автор открытия высказывает иную гипотезу. Он полагает, что временами в центре черной дыры иссякает «топливо», и лишь через миллионы лет ей удастся вобрать в себя новые массы газов и возродиться. Если последняя модель справедлива, то в глубинах мироздания могут встречаться и радиогалактики с парами тройственных выступов.

Science. 2000. V.289. №5476. P.28; Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 21.06.2000 (США).

Геология

Мы живом в антропоцено?

Привычный для любого геолога, палеонтолога, археолога термин «голоцен» относится к современной геологической эпохе, которая началась около 10 тыс. лет назад — с завершением последне-

го оледенения на севере Европы. Термин был предложен британским ученым Ч.Лайелем (Ch.Lyell) в 1833 г. и одобрен на заседании Международного геологического конгресса (Болонья, 1835).

На протяжении голоцена деятельность человека постепенно становилась значительным геологическим и геоморфологическим фактором. Английский геолог Дж.П.Марш (G.P.Marsh) еще в 1864 г. опубликовал книгу «Человек и природа», позднее переизданную под многозначительным названием «Земля, модифицированная деятельностью человека». В 1926 г. В.И.Вернадский указал на возрастающую роль человечества как части биосферы. «Экспансию» человечества невозможно переоценить: за последние три столетия население планеты удесятирилось, достигнув 6 млрд человек; уже через несколько поколений ископаемые виды топлива могут быть исчерпаны.

Антропогенный выброс в атмосферу SO_2 при сжигании ископаемых топлив достигает сейчас 160 Мт/год — почти вдвое выше его естественного поступления; выделение NO при этом также превосходит аналогичный природный процесс. Возросла концентрация в атмосфере парниковых газов: CO_2 — более чем на 30%, а CH_4 — более чем на 100%.

Люди переработали от 30 до 50% поверхности суши. Человечество использует более половины всей доступной пресной воды на планете. «Механизированное хищничество», каковым ныне является рыболовство, приводит к вылавливанию более 25% обитателей моря в районах океанического апвеллинга и 35% — на морском шельфе в областях умеренного климата.

Учитывая все эти грандиозные изменения, немецкий ученый П.Дж.Крутцен (P.J.Crutzen) и американский лимнолог Ю.Ф.Стермер (E.F.Stermer) предлагают ввести для современной геологической эпохи новое название — «антропоцен». Авторы признают, что указать точное начало этого периода затруднительно; однако наи-

более подходящей границей они считают конец XVIII в., поскольку глобальные эффекты человеческой деятельности стали отчетливо видны именно с этого времени (например, рост концентрации парниковых газов фиксируется в относящихся к данному периоду слоях буровых колонок льда).

Деятельность человека и в обозримом будущем останется важнейшим фактором глобальных процессов, в том числе геологических, если, конечно, этому не помешают гигантские извержения вулканов, вспышки пандемий, третья мировая война, падение крупного астероида или новый ледниковый период. Впрочем, некоторые из этих катастроф человеческий разум мог бы предотвратить.

Global Change Newsletter. 2000. №41. P.17 (Швеция).

Геология

Алмазы из нижней мантии

На конференции Американского геофизического союза (Сан-Франциско, декабрь 1999) сенсацию вызвал доклад австралийского петролога К.Коллерсона (K.Collerson), сообщившего о беспрецедентной находке горных пород, извергнутых с глубины около 770 км.

Столь глубинные породы были обнаружены на о.Малаита (Соломоновы о-ва), расположенном к востоку от о.Новая Гвинея. Здесь 34 млн лет назад произошел массивный выброс лавы; в ходе вулканической активности она прорвалась к поверхности сквозь породы, которые слагают донное плато Онтонг-Джава и имеют возраст около 130 млн лет.

Это плато примерно 23 млн лет назад столкнулось с Австралийской плитой, что и привело к подъему о.Малаита и обнажению здешних трубок взрыва, которые подобны известным трубкам Южной Африки (район Кимберли), где породы, образовавшиеся на глубине около 150 км, нередко содержат алмазы. На Малаите же до сих пор месторождения алмазов были неизвестны.

«Необычные камни» с о.Малаита представители горнорудной компании направили для изучения в Университет штата Квинсленд, где специалисты обнаружили 10—20-микронные алмазные кристаллы, а также меджориты (разновидности граната) и другие минералы, явно поднятые с больших глубин в ходе древнего вулканического извержения. Для образования меджоритов необходимо весьма высокое давление, существующее на глубине ~660 км, в переходной зоне от верхней мантии к нижней. Кроме того, в образцах обнаружены минералы, состав которых позволяет отнести их к пировскитам, формирующимся на глубине более 700 км.

Минералоги крайне заинтересованы этим сообщением: с подобных глубин такие минералы в руки ученых уже попадали, но были слишком мелки для исчерпывающего анализа.

Участники конференции К.Мак-Каммон, Г.Грин и К.Нил (С. McCammon, H.Green, C.Neil) считают, что включения этих минералов несомненно указывают на глубинное происхождение образцов, поднявшихся, вероятно, из переходной зоны. Однако для доказательства того, что данные породы приходят из нижней мантии, т.е. из области, залегающей ниже 660 км, необходим их дальнейший структурный анализ.

Сейсмические изображения мантии показывают, что, вопреки прежним представлениям, согласно которым слои верхней и нижней мантий никогда не смешиваются, в действительности породы проникают и в нижнюю мантию. Прежде чем уйти на большую глубину они могут сгрудиться в переходной зоне.

Science. 2000. V.287. №5451. P.219 (США).

Вулканология

Извержение вулкана или война?

В ночь на 27 января 2000 г. городок Гома (Демократическая Республика Конго, бывший Заир) был внезапно разбужен мощным гро-

хотом. Среди населения и расположенной здесь воинской части повстанцев, ведущих войну против центрального правительства, поднялась паника. И лишь когда над вершиной вулкана Ньямурагира (в 50 км к северо-западу) появилось яркое свечение, стало ясно, что это не гром артиллерийских орудий.

Попытки приблизиться к центру событий, предпринятые сотрудниками Вулканологической обсерватории в Букаву, оказались безуспешными не столько из-за природной опасности, сколько вследствие боевых действий повстанцев, захвативших прилегающий к горе национальный парк Вирунга.

Искусственный спутник «NOOA-14» Управления по изучению океана и атмосферы США зарегистрировал отчетливый тепловой поток над вершиной Ньямурагиры и вдоль свежих лавовых полей на его склоне, а также повышенные концентрации SO_2 в воздушном пространстве этого региона.

Ньямурагира — наиболее активный вулкан Африки. Он входит в вулканическую систему Вирунга, протянувшуюся вдоль границы Демократической Республики Конго с Руандой. Извергнувшаяся лава застыла на огромной площади в 1,5 тыс. км². С 1882 г. здесь зарегистрировано 30 значительных извержений. В 1921 г. в вершинном кратере было обнаружено бурлящее лавовое озеро, но в 1938 г. оно полностью излилось, обнажив дно кальдеры. Лавовые потоки прошли более 30 км от вершины до оз.Киву.

Bulletin of the Global Volcanism Network. 2000. V.25. №1. P.3 (США).

Охрана природы. Организация науки

Национальные парки США на пороге перемен

Система национальных парков США насчитывает около 270 крупных охраняемых территорий — от аляскинских тундр и заполярных горных хребтов до коралловых рифов Флориды. В последнее

время экологи и общественность подвергли резкой критике принципы управления этой системой: по их мнению, основная цель руководства — «хорошо выглядеть» в глазах посетителей, в то время как научные работы, позволяющие определять оптимальные условия сохранения природных ресурсов, находятся «в загоне».

Пример тому — огромный (800 тыс. га) Национальный парк Денали на Аляске. Недавно его администрация запретила передвижение на снегоходах, что вызвало протест местной ассоциации их владельцев. Потребовались точные данные о воздействии снегоходов на фауну и флору тундры, но таких исследований там не проводилось. Недостаточна информация и о поведении канадского оленя карибу и американского лося в зимний период. Нашлись только отрывочные данные, рассеянные по студенческим дипломным работам, посвященным взаимоотношениям этих животных с волком, да и то лишь на небольшой части парка.

Принципиальные перемены начались благодаря новой программе «National Resources Challenge» («Национальные ресурсы призывают»), провозглашенной директором Управления национальных парков США Р.Стэнтоном (R.Stanton). Решено выделить миллионы долларов на перепись животных и растений, изучение условий их существования, подбор квалифицированного персонала всех уровней для штатной и внештатной работы в парках. Последнее очень важно, так как ранее ученые сталкивались с пренебрежительным отношением к своей работе. Руководителем программы, рассчитанной пока на пять лет, назначен биолог М.Соукуп (M.Soukup). Специалисты со степенью доктора наук (в России это соответствует кандидату) теперь будут состоять в штате отдела биологических ресурсов Геологического управления США, где станут руководить принятием важных решений, созданием банков данных, содержащих всю полноту информации — от разного рода карт (почвенных, бо-

танико-географических, зонального распространения животных) до состояния атмосферных и водных ресурсов.

Помимо ежегодных 100 млн долл., поступающих в распоряжение Управления национальных парков, в 2000 г. ассигновано еще 14 млн долл. (в основном для изучения сосудистых растений и позвоночных животных).

Многим университетам страны направлено предложение присылать в парки специалистов на временную работу (как на несколько каникулярных месяцев, так и на годичный отпуск для научных исследований). При этом администрация парка предоставляет ученому бесплатное жилье, лабораторию и компьютер.

Science. 2000. V.288. №5463. P.34 (США).

Палеогеография

«Всемирный потоп» в Юго-Восточной Азии

Крупнейшим шельфом на Земле (если не считать сравнительно мелководный бассейн Северного Ледовитого океана) является Зондский ($1.8 \cdot 10^6$ км²); он охватывает огромную область между Индонезийским архипелагом и берегами Вьетнама.

В максимуме последней ледниковой эпохи Зондский шельф существенно обнажался, становясь сушей. Акватория прилегающего к нему Южно-Китайского моря сокращалась, и оно превращалось в полузакрытый окраинный бассейн. Сингапурская платформа в центре шельфа в течение плиоцена и плейстоцена оставалась в тектоническом отношении стабильной; Малайский п-ов и острова Калимантан (Борнео) и Суматра были высокими нагорьями. С них стекали не существующие ныне реки, условно именуемые Северо-Зондская и Моленграф.

Изучению этого интереснейшего «затонувшего» региона был посвящен 115-й рейс немецкого научно-исследовательского судна «Sonne»; в экспедиции и обработке ее материалов участвовали сотрудники Института наук о Земле

при Кильском университете (Германия).

На борт судна при выполнении двух разрезов было поднято более 50 колонок донных осадочных пород. Один из разрезов, протяженностью 600 км, прошел с северо-востока на юго-запад от верхней части континентального склона до середины шельфа в районе древней Северо-Зондской реки, а другой, длиной около 200 км, шел с востока на запад вплоть до современной дельты р.Меконг.

Изучение поднятых образцов, надежно датированных по многочисленным органическим остаткам, позволило определить древнее местонахождение мангровых болот, илистых низин и мелководий, скоплений кремнистых обломочных пород, торфяников.

До сих пор сведения об уровне моря в период между 21-м и 14-м тысячелетиями были весьма отрывочными. Теперь этот пробел практически ликвидирован. Выяснилось, что всего за 300 лет (14.6—14.3 тыс. лет назад) уровень моря катастрофически быстро поднялся на 16 м. Такой вывод вряд ли можно было уверенно сделать по имевшейся ранее информации о коралловых рифах вокруг о.Барбадос в Карибском море (интервалы между изученными отрезками времени слишком велики) или данным по акватории о.Таити (касаются только одной коралловой постройки), или сведениям об уровне моря у берегов Новой Гвинеи (район известен мощными тектоническими движениями).

Общая картина изменений ландшафта Зондского шельфа выглядит ныне так: 21—19 тыс. лет назад, когда максимум последнего оледенения заканчивался, уровень моря медленно поднимался от отметки -116 до -114 м (за 0 принят нынешний уровень); затем, примерно к 14.6 тыс. лет назад, он повысился до -96 м; на следующем этапе, до 14.3 тыс. лет назад, он достиг -80 м, причем темп прибывания воды возрос до 5.33 м за 100 лет. Далее процесс пошел несколько спокой-

ней: среднее за столетие поднятие составило 1.33 м; 13.1 тыс. лет назад зеркало вод лежало на 64 м ниже современного.

Чрезвычайное ускорение темпов в поднятии уровня моря авторы исследования объясняют тем, что как раз в период между 14.7 и 14.1 тыс. лет назад шло бурное таяние ледников, о котором, в частности, свидетельствуют результаты бурения в Гренландии. Могли ли эти катастрофические события отложиться в памяти человечества легендой о Всемирном потопе, геофизики, гляциологи и океанографы судить не берутся. Science. 2000. V.288. №5468. P.1033 (США).

Археология

Уникальный храмовый комплекс Древнего Египта

На восточной периферии дельты Нила, у селения Тель Ибрагим Авад, обнаружен уникальный комплекс из пяти храмов; самый древний из них датируется 3100 г. до н.э. Найдены они под развалинами крупного храма времен Среднего царства.

Нидерландские археологи, работающие под руководством В.ван Гарлема (W.van Haarlem), отмечают: составленный ими план основания древнейшего храма показывает, что у него нет ничего общего с основаниями храмов, ранее открытых в Египте. Археологам до сих пор не известны столь солидного возраста храмовые комплексы, где одно сооружение построено на фундаменте другого.

Около 1000 ритуальных предметов было найдено в основании третьего храма; внимание привлекли примитивная статуя из слоновой кости, уникальной формы кувшин на треноге и керамические осколки статуэтки обезьяны-бабуина. Пока археологи не могут окончательно установить, каким богам здесь поклонялись.

Вблизи храмового комплекса ведутся раскопки нетронутого захоронения времен Первой династии (3000 г. до н.э.). Уже найдено

множество сосудов из камня и бронзы, гончарные изделия. Обнаружены следы поселения, возраст которого 5000—3000 лет до н.э. Ван Гарлем планирует продолжить исследование захоронений на кладбище к востоку от храмового комплекса, где уже раскопано 50 могил разных периодов истории Древнего Египта.

Archaeology. 2000. V.53. №2. P.28 (США).

Археология

Древние скандинавы в американском Заполярье

Стоянки скандинавских мореходов, пересекавших Атлантику за пять веков до Колумба, известны на о.Ньюфаундленд уже несколько десятилетий. Материалы раскопок, однако, показывают, что надолго они здесь не задерживались и постоянных контактов с местными жителями не имели.

Археолог П.Сатерленд (P.Sutherland) из Канадского музея изучения цивилизаций, выступая на симпозиуме, организованном Смитсоновским институтом в Вашингтоне, представила доказательства тесных связей викингов с аборигенами. Речь идет о древних норвежцах, прибывших в Америку не позже XIII—XIV вв. и поселившихся гораздо севернее Ньюфаундленда — на п-ове Дорсет (Баффинова Земля) в Канадском Арктическом архипелаге, где издавна жили местные охотники и собиратели, получившие в археологии название «дорсетцы».

Основанием для такого вывода послужили музейные образцы, найденные ранее археологами на стоянке Нунгувик. Среди экспонатов исследователь обнаружила два обрывка мягкой пряжи (один — трехметровый), которые никак не могли быть изготовлены дорсетцами, поскольку ни они, ни какие-либо другие местные северяне не умели ни прясть, ни ткать. Более того, образцы напомнили Сатерленд пряжу, найденную на раскопках стоянки викингов Гёрден-Андер-Сандет в Гренландии.

Заинтересовавшись подобным совпадением, она послала дорсет-

ские образцы английскому эксперту по древним тканям П.Уолтер-Роджерс (P.Walter-Rogers), которая обнаружила в них характерные для гренлайдских тканей XIII—XIV вв. включения шерсти полярного зайца и козы.

Углубившись в музейную коллекцию, Сатерленд нашла новые доказательства пребывания викингов на Баффиновой Земле. Так, на обломках строительного леса обнаружены пробитые гвоздями отверстия, имеющие квадратное сечение, а также шипы, пазы и другие выемки на местах соединения отдельных строительных деталей. Все это указывало, что дерево обрабатывалось методами, присущими тогдашним европейским плотникам. Наконец, на глаза исследовательницы попали ранее не описанные мелкие фигурки, головки которых выглядели вполне по-европейски! На одной из них «представители» двух цивилизаций расположены вместе, валетом.

Хотя археологи ранее подозревали, что скандинавские мореходы плавали вдоль восточных берегов американской Арктики, до недавнего времени никто не искал их следов среди дорсетских поселений (полагали, что племя вообще исчезло из этих краев к тому времени, когда викинги начали пересекать Атлантический океан).

При раскопках на трех других дорсетских стоянках на Баффиновой Земле были обнаружены предметы, которые поначалу сочли остатками лодочной снасти, изготовленной из шкуры мускусного быка. Но проведенный Уолтон-Роджерс анализ показал, что два из них сделаны из шерсти полярного зайца. Один образец был пропитан жиром и покрашен; скорее всего это обрывок одежды типа плаща.

Все это свидетельствует о том, что викинги были не только частыми посетителями американского Заполярья, но и подолгу там жили. Некоторые находки могли быть делом их собственных рук, другие же, возможно, изготовлены дорсетцами, но под влиянием скандинавов.



Резная фигурка из Нунгувика, изображающая лица дорсетца и викинга, расположенные валетом.

Большинство участников симпозиума не отрицают вероятность таких контактов. Однако не совсем ясно, когда они происходили. Возраст дерева из Нунгувика, пробитого древним гвоздем, определен радиоуглеродным методом как конец XIII — начало XIV в., а пряжи — как VII—VIII вв. Последняя дата приводит к сенсационным выводам: ведь до сих пор считалось, что трансатлантические плавания викингов начались столетием позже.

Вероятнее всего, контакты дорсетцев со скандинавами относятся все же к более позднему времени. В XIII в. неурожай и голод заставили скандинавов начать торговлю моржовым клыком в Европе, где он высоко ценился. За этим товаром они устремились в высокие широты Америки, где и встретились с дорсетцами, опытными охотниками на морского зверя.

Science. 2000. V.288. №5467. P.784 (США).

Новости науки

Колодки математической экологии

А.М.Гиляров,

доктор биологических наук

Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова

Получилось так, что книгу Валерия Николаевича Тутубалина и его соавторов я начал просматривать в вагоне метро и, открыв случайно где-то на середине, так погрузился в чтение, что чуть не проехал нужную станцию¹. Потом снова открыл книгу наугад и снова не мог оторваться от текста. В конце концов усилием воли заставил себя читать с самого начала. Но большего уже не требовалось. Книга оказалась захватывающе интересной, а круг затронутых вопросов — чрезвычайно широким: от обсуждения дифференциальных уравнений, описывающих поведение системы хищник—жертва (самая традиционная тема математической экологии), до — опасности, которая грозит при создании техникой больших концентраций энергии. В этом же круге — и глубинные проблемы возможностей, или границ, математического описания физического пространства.

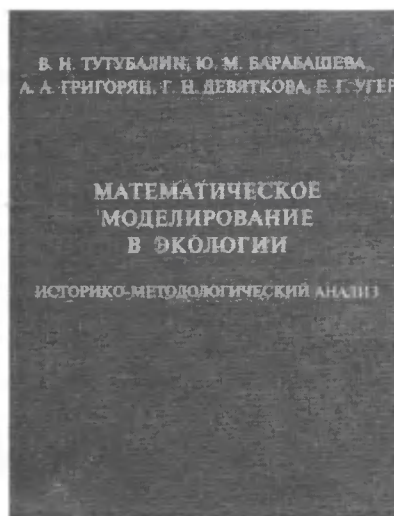
Вполне приличное название и в высшей степени respectable подзаголовок

¹ По совпадению, почти мистическому, я попал на ту страницу, где речь идет о «сне наяву», приключившемся с одним из авторов (В.Н.Тутубалиным) как раз в метро.

© А.М.Гиляров

(последний, видимо, дань Российскому гуманитарному научному фонду, поддержавшему издание) отражают не более чем мимикрию, если не насмешку над читателем. Ведь согласно установившемуся стереотипу («колодкам мышления», по выражению авторов) читатель, ознакомившись с названием книги, скорее всего представит толстенный том с множеством формул, графиков и ссылок на различные источники. Как никак математическое моделирование в экологии имеет уже давнюю историю, а реальное содержание соответствующего раздела науки отражено в серьезных книгах и журналах (в том числе таких специализированных как «Ecological Modelling»).

Но авторы сразу же начинают разрушать все стереотипы и вместо объемистого тома, который почти наверняка получился бы занудным, представляют на суд читателя своего рода эссе — яркое, умное, в язвительности своей доходящее почти до хулиганства и вместе с тем, как это ни странно, очень доброжелательное, полное уважения к ученым. И не только к ученым, но и к инженерам, рабочим-электрикам, шахтерам, и даже к приемщице обувной



**В.Н.Тутубалин,
Ю.М.Барабашева,
А.А.Григорян,
Г.Н.Девяткова, Е.Г.Угер.
Математическое
моделирование
в экологии: Историко-
методологический анализ.**

М.: Языки русской культуры,
1999. 208 с.

мастерской, которая, по мысли авторов, обязательно должна обладать некоторой «минимальной философией». Ведь «клиенты приносят в мастерскую неизвестно что, в том числе и такую обувь, которую вовсе починить нельзя. Приемщица должна оценить принципиальные возможности починки, т.е. составить какое-то представление о том, как будет вести себя в будущие три месяца (гарантийный срок) починенная обувь, в то время как обоснованный прогноз будущих событий на столь долгий срок почти в любой науке невозможен (кроме разве что небесной механики). Она должна оптимально сбалансировать соотношение между ценой ремонта, которую нужно взять с клиента, и вероятностью того, что этот клиент в случае неудачного прогноза устроит скандал (задача, от которой отказался бы высококвалифицированный психолог). Наконец, она должна найти какой-нибудь выход в случае скандала (интересно, как бы это получилось у Сократа?)» (с.24).

Минимальная философия науки — это некий обязательный набор представлений о желательном направлении исследований, о потенциальных возможностях доступных приборов и методов, о надежности получаемых выводов и т.п. Подобные представления, как отмечается в рецензируемой книге, порой бывают столь слабо обоснованы, что не считаются частью той или иной конкретной науки, но вместе с тем без них совершенно невозможно обойтись.

Для того чтобы изложить свое видение минимальной философии, авторы используют прием, который, как они утверждают, ссылаясь на А.Я.Гуревича, существовал еще в средневековой Европе. Это так называемые *exempla* — комплекс примеров, использовавшихся в проповедях для

привлечения внимания аудитории. Когда слушателей начинает клонить ко сну от не всегда ясных рассуждений отцов церкви по поводу детерминированности судьбы и необходимости бороться за собственную праведность, священник должен был переключиться на историю какого-нибудь Ганса, который в молодости грешил, и которому во сне явились черты, чтобы на некоторое время (так сказать с воспитательными целями) перенести его душу в ад. Детальные описания того, что же было в аду, и за какие прегрешения полагаются наказания, быстро пробуждали аудиторию.

Переходя от средневековой проповеди к науке нового времени, авторы отмечают, что, кажется, именно тогда возникла необходимость обработки большого числового массива экспериментальных данных. В экологии эта задача сохранилась и поныне. Причем, поскольку возможности обработки информации радикальным образом возросли с внедрением компьютеров, у специалистов появился шанс применить современные методы для анализа результатов экспериментов, признанных классическими, и соответственно сопоставить выводы с теми, которые сделали сами классики. При этом, правда, как замечают авторы, «приходится посетить ад, но сама суть педагогического метода *exempla* состоит в том, чтобы примеры были как можно более разнообразны, чтобы можно было подобрать такой грех, который касается студентов именно данной специализации» (с.36).

Один из примеров, подробно разобранных в книге в назидание специалистам по математическому моделированию, касается проблемы сопряженной динамики численности взаимодействующих видов. Системы популяций

хищника и жертвы, или видов-конкурентов, не перестают живо интересовать экологов начиная с 1920-х годов. Но прежде чем разбирать эту проблему, авторы обращают внимание на три момента в процессе смены доминирующих парадигм, которые явно недостаточно отражены в классических теориях развития науки.

Во-первых, авторам кажется очевидным, что «новый подход берется непонятно откуда в том смысле, что не имеет достаточного обоснования» («всякая доктрина появляется как откровение свыше, и при изложении модели факты оказываются как бы ни при чем»). Во-вторых, «по мере развития области знания, а иногда и сразу, становится ясным, что предлагаемый подход неточен и, быть может, даже неверен» («научному сообществу приписывается простодушие, хотя в действительности мотивы поведения членов сообщества могут быть более сложны»). В-третьих, «несмотря на то, что научный подход неверен, иногда он не может быть изменен, поскольку остается непонятным, чем его заменить» (с.96). Таким образом, как полагают авторы, «возникновение и эволюция какого-либо научного подхода аналогичны возникновению и эволюции теологических доктрин, а за «фасадом» логики и академической беспристрастности скрываются хорошо знакомые из истории фигуры *пророка*, <...> т.е. основателя учения; *апостола*, т.е. ученика и пропагандиста учения; и наконец, *приходского священника*, который доносит до масс благо учения».

После такого пояснения авторы обращаются к истории «теологии дифференциальных уравнений в экологии», выделяя среди ученых «пророков», «апостолов» и «приходских священников». «Проро-

ками» названы А.Лотка и В.Вольтерра, в роли «апостола» выступает Г.Ф.Гаузе, а в качестве «приходского священника» — Г.А.Викторов, который в свое время провел очень тщательное исследование динамики численности опасного вредителя зерновых культур — клопа-черепашки *Eurygaster integriceps*.

Как и подобает пророкам, ни Лотка, ни Вольтерра на самом деле не интересуются тем, в какой степени предсказания их моделей реализуются на практике. Это обстоятельство, замечу от себя, на самом деле известно каждому, кто знаком с историей экологии, но обычно на нем стараются не акцентировать внимания (видимо, по педагогическим соображениям — вдруг критика основателей подорвет устои всей теории, и так довольно шаткие). К счастью, авторы рецензируемой книги не боятся называть вещи своими именами и даже готовы посетить ад вместе с «пророками». Кстати сказать, они от этого «пророками» быть не перестают.

Столь же пристально рассматриваются в книге и результаты экспериментов Гаузе (благо он все же опубликовал таблицы с данными непосредственного учета организмов, тогда как последующие исследователи этого уже не делали). При этом выясняются всякие несуразности, например такое сильное занижение скорости экспоненциального роста (в два-три раза), что дальнейшее сравнение численных результатов эксперимента с системой уравнений просто теряет смысл. Однако «апостол» все же остается «апостолом», а авторы резонно замечают, что, хотя каждый отдельный эпизод в истории науки и «оказывается, при ближайшем рассмотрении, не торжеством истины и разума, а сплошным по-

зором и безобразием <...> трудно спорить с тем, что трудами поколений ученых из всех этих безобразий, в конце концов, извлекаются неоспоримые истины, которые могут быть даже практически важными». И добавляют: «Но вот за счет чего и каким конкретно образом — это фундаментальный вопрос истории и философии науки, на который (насколько нам известно) никто не знает ответа» (с.117). С этим трудно не согласиться. Более того, наверное каждого, кто хоть немного задумывался над историей науки, удивляло, что наука в целом ведет себя как некое вполне разумное существо (авторы предпочитают, правда, говорить о некоем сверхличностном образовании — «эгрегоре» мистиков), которое последовательно решает определенные задачи, допускает (но потом старается исправить) какие-то ошибки и в конце концов все же продвигается к более глубокому пониманию того, как устроен окружающий мир.

Прогресс, достигнутый экологией на пути использования математических моделей, оказался весьма скромным и полным противоречий. Для большинства экологов подобный вывод, который можно сделать по прочтении данной книги, написанной профессионалами-математиками, скорее всего не будет слишком неожиданным. Но очевидно и то, что другого (помимо математики) пути формализации экологического знания у нас нет (рецензенту кажется, что лучший образ реальности, изучаемой экологией, дает музыка Баха, но как этот образ приложить хотя бы в целях преподавания, он не знает). Для многих экологов, наверное, более удивительным будет другой вывод, сделанный в книге, — оказывается, степень математизации экологии

ничуть не хуже, чем в других науках (кроме математической физики) и разделах техники. Прочитав такой вердикт профессионалов-математиков, экологам наверное легче будет справиться с комплексом неполноценности, возникающим из-за убогости той математически формализованной теории, которую они используют.

К сожалению, в краткой журнальной рецензии не удастся коснуться многих интереснейших вопросов, обсуждаемых в книге, тем более что остроумные комментарии авторов достойны не пересказа, а прямого цитирования. Книга интересна, и хотелось бы подчеркнуть — практически полезна не только экологам и «модельщикам», но и гораздо более широкому кругу читателей. Остается только сожалеть, что тираж ее очень мал и скорее всего она станет библиографической редкостью, когда рецензия будет опубликована.

И последнее — книга посвящена светлой памяти Василия Васильевича Налимова. Вспоминая этого выдающегося ученого и замечательного человека, не могу не согласиться с авторами, что «как никто другой, Василий Васильевич сознавал ограниченность возможностей и непрочность результатов любого научного исследования» (с.5). Однако, как справедливо отмечается в том же посвящении, «он умел соединить это понимание с оптимистическим взглядом на вещи, согласно которому научное исследование становится не менее, а более интересным, если оно не выходит таким, каким было изначально задумано». Вполне возможно, что Тутубалин и другие авторы первоначально задумывали книгу иначе, но думаю, конечный результат их труда Налимову понравился бы. ■

Физика. Техника

КВАНТОВЫЙ КОМПЬЮТЕР И КВАНТОВЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ / Под. ред. В.А.Садовниченко. Ижевск: Редакция журнала «Регулярная и хаотическая динамика», 1999. 288 с.

Вплоть до XIX в. вычисления считали чисто мыслительным процессом. Однако были времена, когда их тесно связывали с физикой. Еще в XVII в. Б.Паскаль изобрел механический компьютер. Начиная с 50-х гг. XX в. промышленность была заинтересована в создании экономичных электронных компьютеров. Исследователи, казалось, вернулись к доисторическим временам, создавая методы вычислений с помощью подручных средств и законов физики.

В сборник вошли работы, заложившие основы современного понимания природы квантового компьютера и раскрывающие удивительные потенциальные возможности квантовых вычислений. В книге собраны наиболее важные статьи начального периода исследований.

Так, в работе математика Р.Ландауэра подробно описаны проблемы диссипации энергии при вычислениях. Возникло понятие о связи логической и термодинамической обратимости. В итоге — поставлена задача обучения компьютеров обратимым расчетам. В статье Ч.Беннетта решена задача логически обратимой схемы вычислений. П.Бенёв показал, что процесс обратимых вычислений можно представить в гамильтоновой форме. Блестящие по стилю статьи Р.Фейнмана излагают введение в круг проблем на пути создания квантовых компьютеров.

Необходимость развития квантовых вычислений именно в силу большой информационной емкости отстаивал Ю.И.Манин, блестящий математик, глубоко разбирающийся в физических проблемах. Главная задача теории квантовых автоматов

выдвинулась ему в необходимости абстрактной формулировки работы, использующей лишь общие принципы квантовой теории.

Эту задачу решил Д.Дойч. В сборнике приведена работа, положившая начало современной математической теории квантовых компьютеров. Здесь же опубликована статья, в которой (правда, для некоторого частного случая) трудности с блеском обходятся. Это — алгоритм П.Шора разложения натурального числа на простые множители.

Очевидно, вслед за столь успешным решением задач «устного счета» должны последовать теоретические работы в области квантовых вычислений. Важнейшим из них планируется посвятить следующий выпуск сборника.

Издание осуществлено при финансовой поддержке Физико-технологического института и Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова.

Охрана природы. Энтомология

НАСЕКОМЫЕ СИБИРСКИХ ЛЕСОВ: АТЛАС ЦВЕТНЫХ ФОТОГРАФИЙ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА / Под общ. ред. Д.Л.Гродницкого, Е.Н.Пальниковой. Красноярск: Центр защиты леса, 1999. 96 с.

Слово «насекомое» часто вызывает улыбки. Однако кому довелось видеть нашествия саранчи или лугового мотылька, уничтожающих всходы на полях, тот уже никогда не будет думать о насекомых несерьезно.

Содержание книги составляют справочные сведения об основных видах насекомых-вредителей (боярышнице, рогахвосте, сибирском шелкопряде, тополевои моли, лишайнице, малом сосновом лубоеде и других), живущих на деревьях и ку-

старниках в Центральной Сибири. Для каждого вида приводится фотография со следами наносимых повреждений, для некоторых — серии фотографий, отражающих ход жизненного цикла.

В книгу также включены кадры, на которых показаны насекомые, не причиняющие вреда, но обитающие совместно с вредоносными либо внешне их напоминающие. Это поможет читателям отличить вредителя от любого другого вида.

На обложке — участок темной тайги, погибшей от повреждения сибирским шелкопрядом. Крупным планом показана гусеница шелкопряда, поедающая хвою кедр.

Гидрология

ДИНАМИКА ЭКОСИСТЕМ БЕРИНГОВА И ЧУКОТСКОГО МОРЕЙ / Ред.-сост. С.П.Барина. М.: Наука, 2000. 357 с.

Берингово и Чукотское моря — уникальные бассейны Мирового океана, расположенные в субарктической и арктической зонах. В них сочетаются физико-химические условия и процессы, определяющие большое видовое разнообразие морских организмов и их высокую биологическую продуктивность. Эти моря играют исключительную роль в глобальных климатических процессах, в частности в поглощении атмосферного диоксида углерода.

В 1995 г. была проведена совместная экспедиция на борту американского судна «Alpha Helix» в Восточно-Сибирское и Чукотское моря с целью изучения антропогенного загрязнения их шельфовых зон.

В книге изложены научные результаты, полученные в ходе экспедиции и последующей обработки собранных материалов в стационарных береговых лабораториях. Круг вопросов довольно широк: различные

океанические процессы, гидрохимический режим, компоненты биотического баланса экосистемы, пространственная структура планктонных биоценозов, влияние токсических веществ на состояние планктона, способность микроорганизмов разрушать органические загрязняющие вещества.

Представлены также результаты воздействия УФ-радиации на биологические процессы, изменение которых может повлечь за собой снижение способности морей поглощать CO₂, а значит, и влиять на климат.

Минералогия

Р.Дюдя, Л.Рэйл. МИР ДРАГОЦЕННЫХ КАМНЕЙ / Пер. с англ. В.Герасимова; пер. с чеш. А.Белякова и А.Горбатова. М.: Мир камня, 2000. 190 с.

Мир можно представить разными способами, в драгоценном камне он заключен в нем самом.
Заратустра

Появилась книга, интересная не только специалистам по драгоценным камням — гаммологам, минералагам, ювелирам и коллекционерам — но и широкому кругу читателей, знающих о самоцветах лишь по ювелирным изделиям, выставкам и литературе.

Книга разделена на три части. В первой собрана информация о минералах, их основных свойствах (химических, физических, лечебных), способах диагностики, обработки и хранения. Подробно рассказывается о происхождении и распространении. Вторая часть посвящена драгоценным камням (изумрудам, аметистам, сапфирам, рубинам и др.). Они изображены в натуральную величину, но без указания размера

и массы. Диагностические свойства самоцветов разбиты на группы, что позволяет сразу определить минерал по внешним признакам или с помощью простого лабораторного теста. Заключительная часть даст дополнительную информацию, список рекомендованной литературы и алфавитный указатель минералов.

Книга проиллюстрирована фотографиями образцов камней из собраний институтов и из частных коллекций.

Издание подготовлено по заказу геологического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова при поддержке акционерного коммерческого банка «Наш Дом».

Почвоведение

ПОЧВЕННЫЙ СПРАВОЧНИК / Пер. с фр. И.В.Ковда; Под. ред. М.И.Герасимовой. Смоленск: Ойкумена, 2000. 288 с.

В 1970 г. в Москве была издана монография Ф.Дюшофура «Основы почвоведения», одна из первых и немногих переведенных в СССР зарубежных книг по почвоведению. Традиция знакомства с фундаментальными работами французских коллег продолжается. Вышла новая, более полная версия почвенного справочника, последний раз издававшегося в 1992 г. В нем собрана и систематизирована информация о почвах мира, представленная в виде реферативной базы. Отличие от основных мировых почвенных классификаций заключается в отсутствии жестких границ между классами, в обилии сведений о факторах почвообразования, процессах и генетико-географических связях. Это позволяет оценивать ис-

пользование почв, вести учет их ресурсов, составлять ландшафтно-ориентированные карты.

Специалист найдет в книге оригинальный взгляд на многие теоретические проблемы географии и генезиса малоизвестных в России почв. Составители и авторы настаивают на том, что справочник не даст классификации почв, но необходим для ее разработки.

Финансовую поддержку русского издания осуществили Национальный институт агрономических исследований и Министерство иностранных дел Франции.

Охрана природы. Орнитология

ДРОФИНЫЕ ПТИЦЫ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАН / Отв. ред. А.В.Хрустов. Саратов: СГУ, 2000. 152 с.

Дрофа и стрепет — представители семейства дрофиных из отряда журавлеобразных. Эти виды занесены в Красные книги России и многих других стран, а также Международного союза охраны природы и природных ресурсов.

Еще в недавнем прошлом это были охотничьи виды. Но уничтожение шло такими быстрыми темпами, что орнитологи стали принимать меры по их охране. Дрофа и стрепет — перелетные птицы, часть их зимует за пределами России. Ухудшение мест зимовок и браконьерская охота на фоне разрушения и трансформации исконных биотопов в местах гнездования привели к резкому сокращению численности дрофиных.

В этом сборнике анализируется динамика изменения и современное состояние популяции дрофиных, обсуждаются пути и методы охраны видов.

Афоризмы

С 1998 г. в издательстве «ЭКСМО-Пресс» выходит серия «За словом в карман». В уходящем году в ней издана книга афоризмов о всех науках — естественных, неестественных и противоестественных. Их отыскал, перевел и привел в систему Константин Душенко. Экземпляр книги автор любезно подарил редакции.

Жизнь постоянно подкидывает сюрпризы, и не всегда веселые. Поэтому нам кажется, что немного юмора в конце года, столетия и тысячелетия нам всем не помешает.

Жизнь на других планетах не существует потому, что их ученые опередили наших.

NN

Люди с высшим образованием, но без среднего.

Виктор Ардов

Мой декан был настолько лишен чувства юмора, что это замечали даже другие деканы.

Лоренс Питер

Ученые диссертации, имеющие двух оппонентов и ни одного читателя.

Василий Ключевский

Защитив диссертацию, можно подумать и о науке.

Болеслав Вольтер

Искусство — это «я»; наука — это «мы».

Клод Бернар

Науки нет, есть только науки.

Николай Бердяев

Наука сделала нас богатыми раньше, чем мы научились быть людьми.

Жан Ростан

Некоторые дети так любят школу, что хотят оставаться в ней всю жизнь. Из них-то и выходят ученые.

Хуго Штейнхаус

«И т.д.» — сокращение, намекающее на то, что вы знаете больше, чем на самом деле.

Леонард Луис Левинсон

Предположим, что это правда, если только мы не ошибаемся.

Эрнест Ренан

В пустую голову входит больше знаний.

Карл Краус

Женщины-ученые живут дольше, потому что у них нет жен.

Самуэль Дикштайн

Когда видишь уравнение $E = mc^2$, становится стыдно за свою болтливость.

Станислав Ежи Лец

Если бы я научилась печатать на машинке, я бы никогда не стала бригадным генералом.

**Элизабет Хайзингтон,
бригадный генерал армии США**

Любая формула, включенная в книгу, уменьшает число ее покупателей вдвое.

Стивен Хокинг

Знаем ли мы Луну? С одной стороны, да.

Сергей Скотников

Подумать только: грамоту выдумали неграмотные!

Лешек Кумор

Боюсь, что земной шар — желтый дом Вселенной.

Вольтер

Если бы снежный человек был, его бы давным-давно не было.

Александр Жуков

На ашипках учемся.

Леонид Крайнов-Рытов

Телескоп уменьшает мир, микроскоп — увеличивает.

Роберт Оппенгеймер

Амебы умножаются делением.

Игорь Двицкий

Интересно, что новенького в прошлом.

Данил Рудый

Сведения, которыми не располагали древние, были очень обширны.

Марк Твен

Мир не знал бы Герострата, не знай Герострат людей.

Анатолий Канашкин

Столетняя война? Вот когда люди никуда не спешили.

Аркадий Давидович

Из борцов за свободу русского народа дольше всех сидел Илья Муромец.

Александр Ботвинников

Одна из важнейших экономических мудростей — знать, чего не нужно знать.

Джон Гэлбрейт

Долги надо делать в государственном масштабе, иначе их надо платить.

Дон Аминадо

Психоанализ и есть тот самый недуг, от которого он берется нас излечить.

Карл Краус

Ученый все равно что мимоза, когда замечает свою ошибку, и рычащий лев — когда обнаруживает чужую ошибку.

Альберт Эйнштейн

Рано или поздно любопытство становится грехом; вот почему дьявол всегда на стороне ученых.

Анатолий Франс

Интеллект — это страсть. Декарт, несомненно, извлекал из жизни больше радостей, чем Казанова.

Джордж Бернард Шоу

— Вы бы отдали жизнь за свои убеждения?

— Разумеется, нет. В конце концов, я ведь могу и ошибаться.

Ответ Бертрана Рассела

Вселенная — это мысль Бога.

Фридрих Шиллер

Энергия любит материю, но изменяет ей с пространством во времени.

Славомир Врублевский

Логика — смирительная рубашка фантазии.

Хельмар Нар

Если логика говорит вам, что жизнь — пустая случайность, пошлите к черту не жизнь, а логику.

Шайра Милгром

Будущее археологии лежит в руинах.

Эрих фон Деникин

Парадокс — это два конца одной истины.

Владислав Гжегорчик

Интуиция — искусство чтения чистых страниц.

Станислав Лучко

Абсурд — мнение, явно противоречащее тому, что думаем на этот счет мы сами.

Амброз Бирс

Все, что может быть сказано, может быть сказано ясно.

Людвиг Витгенштейн

Чтобы передать свои мысли, надобно гораздо больше ума, чем чтобы иметь их.

Гельвеций

Человек живет не тем, что съедает, а тем, что переваривает. Это одинаково справедливо для ума и для тела.

Бенджамин Франклин

Чтобы усилить свой аргумент, нужно повысить голос.

Сэмюэл Джонсон

Краткий определитель наук:

Если оно зеленое или дергается — это биология;

Если воняет — это химия;

Если не работает — это физика;

Если непонятно — это математика;

Если это бессмысленно — это либо экономика, либо психология.

Из «Законов Мерфи»

Тематический указатель журнала «Природа» за 2000 год

ФИЛОСОФИЯ И ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ. ОРГАНИЗАЦИЯ НАУКИ

Автоколебания в жидкофазных химических системах.

Вавилин В.А.	5	19
BESSY переседет на новую квартиру*	5	80
Бюджет американской науки на 2001 г.*	9	81
Вспоминая «Катюшу» (К 55-летию Победы).	5	3

Слезингер И.И.

«Дорогой друг... Дорогой Миз...»

Из писем Л.И.Мандельштама Р.фон Мизесу.

Перевод с немецкого, публикация

и комментарии **А.А.Печенкина** 11 75

Звездная летопись цивилизации. **Кузьмин А.В.** 8 32

Итоги конкурса научно-популярных статей.

Бялко А.В. 2 3

Коллекции записей звуков природы.

Никольский И.Д. 5 68

Критический взгляд на ноосферу В.И.Вернадского.

Левит Г.С. 5 71

ЛАУРЕАТЫ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ 1999 ГОДА

По физике — Г.т Хофт и М.Велтман.

Высоцкий М.И. 1 75

По химии — А.Зевейл. **Еремин В.В.** 1 78

По физиологии и медицине — Г.Блобель.

Ткачук В.А., Белянова Л.П. 1 83

Малой планете присвоено имя российского

астронома*. **Коротцев О.Н.** 8 71

Об экономической политике, науке

и высшем образовании. **Брагинский В.Б.** 12 3

ПАМЯТИ Н.Н.ВОРОНЦОВА

Масштаб личности. **Формозов Н.А.** 8 78

Последняя книга. **Полубовский М.Д.** 8 82

Планетарий на грани веков. **Сурдин В.Г.** 12 44

50 лет Школьной биологической олимпиаде МГУ*.

Виноградов Г.М. 7 77

Рукою Кеплера* 2 79

Сейсмология в Интернете* 4 79

Создается крупнейшая радиоастрономическая

 Знаком * отмечены материалы, опубликованные в разделе
 «Новости науки».

обсерватория* 8 70

Федеральная целевая программа «Мировой океан»*.

Пушаровский Ю.М. 3 83

Эксперимент в эпоху эллинизма. **Гуркин В.А.** 6 31

Эффективность сейсмостети в Кыргызстане

под угрозой* 7 81

Японо-американский климатологический центр* 6 82

ЛЕКТОРИЙ

Биологические пределы жизнедеятельности.

Болдырев А.А. 9 29

Магнитные молекулы и квантовая механика.

Звездин А.К. 12 11

Математическое моделирование физико-химической динамики магматических процессов.

Ярошевский А.А., Коптев-Дворников Е.В. 10 48

Материалы для компьютеров XXI века. **Дычков П.Н.** 11 23

Накопление редких элементов в гранитах.

Костицын Ю.А. 1 21

Хроника великого открытия: идеи и лица. **Ратнер В.А.** 6 22

Эндотелий — «эндокринное дерево». **Гомизков О.А.** 5 38

АСТРОНОМИЯ. АСТРОФИЗИКА.

КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Астероид — «дитя» астероида* 3 77

Астероид Эрос* 2 78

Взаимодействующие галактики. **Решетников В.П.** 6 13

Взгляд на Вселенную в ультрафиолете*. **Жарков Д.** 1 66

Водопад астрономической информации 8 43

«Вояджеры» — самые удаленные от Земли

искусственные объекты* 1 65

Вторая жизнь радиогалактики* 12 75

Второй «глаз» Очень большого телескопа. **Сурдин В.Г.** 4 36

Гордость европейской астрономии 8 42

Загадки звездных дуг. **Ефремов Ю.Н.** 10 34

Звездная летопись цивилизации. **Кузьмин А.В.** 8 32

«Индевор» картографирует Землю* 11 84

Как рождаются звезды? **Сурдин В.Г.** 3 58

«Кассини» идет своим курсом* 6 77

Каталог экзопланет пополняется*. **Вибе Д.З.** 11 84

Каталог экзопланет. Сурдин В.Г.	7	20	газ в ядерном веществе. Карнаузов В.А.	2	5
Квазар-рекордсмен: красное смещение 5.82*	10	88	Магнитные молекулы и квантовая механика.		
Космическая ультрафиолетовая обсерватория*	5	77	Звездин А.К.	12	11
Космические планы Западной Европы*	4	72	Материалы для компьютеров XXI века. Дьячков П.Н.	11	23
Крестины восьмиметровых телескопов. Сурдин В.Г.	1	62	На пороге обнаружения нейтринных осцилляций*	8	71
Кризис марсианской программы НАСА. Виббе Д.З.	11	41	На пути к телескопам-великанам*	6	77
Кубоиды действительно существуют?*	4	72	Несохранение четности времени*. Бялко А.В.	4	74
«Lunar Prospector» прекартил свое существование*	7	77	«Номад» — робот, собирающий метеориты*	10	88
Малой планете присвоено имя российского астронома*. Коротцев О.Н.	8	71	Рентгеноструктурный анализ высокорadioактивных материалов. Косенков В.М., Воробьев С.А.	3	13
На пути к телескопам-великанам*	6	77	Российские технологии — мировой науке*	10	89
Новые пути для «беглого» астероида*	2	79	Собственное электромагнитное излучение растущего льда. Шибков А.А., Желтов М.А.,		
Обсерватория им.Пьера Оже*	6	78	Королев А.А.	9	12
Откуда небесный Краб черпает энергию?*	9	81	Спектрограф Очень большого телескопа. Сурдин В.Г.	2	60
Планетарий на грани веков. Сурдин В.Г.	12	44	Техногенные волны Северного моря*	8	75
Подготовка к экспедиции на Марс			«Треугольник» моделей коагуляции и гель-переход в дисперсных системах. Дубовский П.Б.	5	32
ведется в наземном кратере*	3	78	Физика: прошлое, настоящее, будущее (Ответы на вопросы журнала «Physics World»). Гинзбург В.Л.	3	3
Рукою Кеплера*	2	79	Физико-химическая динамика дисперсных систем. Урьев Н.Б.	10	20
Создается крупнейшая радиоастрономическая обсерватория*	8	70	Фотоатомная эмиссия: неожиданное действие света на поверхность металла. Бонч-Бруевич А.М.,		
Спектрограф Очень большого телескопа. Сурдин В.Г.	2	60	Варганин Т.А., Пржибельский С.Г., Хромов В.В.	1	31
Спиральная туманность в Большом Магеллановом Облаке. Сурдин В.Г.	6	56	Школа по прикладной сверхпроводимости на исходе века. Ширшов Л.С.	12	26
Существование «темной» материи подтверждено*	11	85	Ядерная энергетика в 1999 году*	12	75
Существует ли десятая планета?*	8	70			
Тайна Черного облака*. Сурдин В.Г.	5	78			
Частные спутники дополняют государственную метеосеть США*	8	69			
Шкала астероидной опасности*	3	78			

ПЛАНЕТОЛОГИЯ. МЕТЕОРИТИКА. ФИЗИКА И ХИМИЯ АТМОСФЕРЫ. КОСМОХИМИЯ

Арктическая осцилляция — новый климатический фактор*	3	79
Атмосфера и полярные сияния на Ио*	5	79
Каллисто: новый взгляд*	7	76
«Номад» — робот, собирающий метеориты*	10	88
Озонная дыра поставила рекорд*	5	80
Озоносфера над Антарктикой в 1998 году*	1	66
Поступление метана в атмосферу замедлилось*	7	77
Почему Марс? Жарков В.Н., Мороз В.И.	6	58
Снег поставляет формальдегид в атмосферу*	1	65
Стратосфера реагирует на солнечные пятна*	4	74
Ультрафиолетовое излучение и состояние озоносферы*	4	73

МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА

Вторая молодость формулы Герона, или Почему кузнечные меха нельзя сделать в форме многогранников. Сабитов И.Х.	4	19
---	---	----

ФИЗИКА. ТЕХНИКА. ЭНЕРГЕТИКА

Аномальная неустойчивость при смешении газов в вертикальном канале. Селезнев В.Д., Мелких А.В., Александров О.Е., Косов В.Н.	7	5
А.С.Боровик-Романов в моей жизни. Куркин М.И.	11	57
BESSY переедет на новую квартиру*	5	80
Вспоминая «Катюшу» (К 55-летию Победы).		
Слезингер И.И.	5	3
Горячие ядра и фазовый переход жидкость—		

ХИМИЯ

Диоксины: пугало или реальная угроза?		
Петросян В.С.	2	13
Желатин как матрица в координационной химии. Михайлов О.В.	8	16
«Загробная» жизнь липидов водорослевой клетки. Рокосов Ю.В.	8	3
Конструирование лекарств для лечения болезни Паркинсона. Каплун А.П., Жигальцев И.В., Швец В.И.	6	68
Пицца — не просто еда*. Белянова Л.П.	2	80
Полимерные наноконпозиты. Чвалун С.Н.	7	22
Роль мембран при образовании агатов. Моров В.П.	1	52
Ртуть в водоемах: превращения и токсичность. Жилин Д.М., Перминова И.В.	11	43
Уникальные структуры неорганических соединений ртути. Магарилл С.А., Борисов С.В., Первухина Н.В., Пальчик Н.А.	6	46

БИОЛОГИЯ

«В каждой шутке есть доля правды».		
Степаньянц С., Свобода А.	5	69
Вороватая улитка. Несис К.Н.	2	58
Где родня твоя, Одинокий Джордж? Несис К.Н.	10	28
Гидротермальные системы океана и жизнь. Ленин А.Ю., Москалев Л.И., Богданов Ю.А., Сагалевич А.М.	5	47
Какого самца выбирает самка краба-скрипача?*		
Несис К.Н.	4	75
Клетка в клетке, или «Бомба» замедленного действия. Бейер Т.В.	7	13

Конвергенция у пустынных ящериц*. Семенов Д.В.	6	79	Сколько живет скорпион?* Михайлов К.Г.	2	81
Летучие мыши и тропические лианы*	1	67	Содовые озера — природная модель древней биосферы континентов. Заварзин Г.А., Жилина Т.Н.	2	45
Личинки коралловых рыб остаются на месте*.			Филиппинский паук-плевака*. Михайлов К.Г.	1	67
Гяляров А.М.	5	81	Хищная улитка — охотник на прыгучих рачков*	6	78
Мутантные мыши живут дольше*	5	81	МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ. БИОХИМИЯ. БИОФИЗИКА. БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ		
Опыт крокодиловых ферм в Восточной Африке*	1	70	Биологические пределы жизнедеятельности.		
Отклонение от оптимальных условий дает парадоксальный эффект*	9	82	Болдырев А.А.	9	29
Передача информации по растению*	7	78	Польза от шума, или Как веслонос ловит дафний*.		
Полет — средство от депрессии*	6	80	Гяляров А.М.	2	81
Правая и левая любовь улиток. Несис К.Н.	7	31	Тихоходки — впереди. Джикаев Ю.К.	3	73
Пресноводные двустворчатые моллюски, или Происхождение фауны Австралии. Корюшнин А.В.	12	28	Установлен один из механизмов межклеточных взаимодействий*	10	90
Просмотр боевиков повышает агрессивность не только у людей*. Семенов Д.В.	1	69	Хроника великого открытия: идеи и лица.		
50 лет Школьной биологической олимпиаде МГУ*.	7	77	Ратнер В.А.	6	22
Виноградов Г.М.	7	77	Ящерицы, размножающиеся без самцов.		
Растения и животные — «живые ископаемые».			Даревский И.С., Гречко В.В., Куприянова Л.А.	9	61
Антонов А.С.	10	73	ГЕНЕТИКА. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА. БИОТЕХНОЛОГИЯ. БИОНИКА		
Редкий красавец чибис. Булавинцев В.И.	2	56	Двадцать вторая хромосома прочитана.		
Рыбы-чистильщики и их клиенты*	4	77	Что дальше? Залетаев Д.В.	7	3
Сменить пол к новолунию!* Несис К.Н.	8	72	Машина об одном колесе.		
Способность шимпанзе узнавать своих родственников*	1	69	Янковский Н.К., Баранова А.В.	8	9
Старая гипотеза «перевернутости» хордовых подтверждается. Воронов Д.А.	11	18	Первозамериканец из Прибайкалья*	9	86
Трудный путь новорожденных ящериц из гнезда*. Семенов Д.В.	3	80	Пицца — не просто еда*. Белянова Л.П.	2	80
Успех — за голодными и молодыми самками гуппи*	3	82	Пурпурная тайна (Рассказ о наследственности венченок особ и нарушениях обмена веществ).		
Фитогормоны и урожайность*	6	80	Рель Дж.С., Уоррен М.Дж.	9	72
Химические сигналы рыб*	10	90	Пчелы окажут помощь... саперам?*	4	75
Щетинкочелюстные без головы. Тимофеев С.Ф.	7	33	Растения и животные — «живые ископаемые».		
БОТАНИКА. ЗООЛОГИЯ. МИКРОБИОЛОГИЯ					
Амфипода — стервятник из пещерных озер*.			Антонов А.С.	10	73
Виноградов Г.М.	3	81	Создание вакцин против сибирской язвы.		
Бабочки морфиды в джунглях Гайаны. Каабак Л.В.	3	47	Пименов Е.В., Кожухов В.В., Строчков Ю.И.	10	12
Вестиментиферы кормятся местными бактериями*	8	73	Тетраплоиды среди млекопитающих*	1	68
Громогласное шипение гадюки*. Семенов Д.В.	2	82	ФИЗИОЛОГИЯ. ПСИХОЛОГИЯ. МЕДИЦИНА. ДЕМОГРАФИЯ. СОЦИОЛОГИЯ		
Еще одна герпетофаунистическая находка в Европе*.			Болезнь Альцгеймера: факторы риска*	6	80
Семенов Д.В.	5	82	Война и риск эпидемий*	2	83
Живоглот с самоклеивающимся ртом.			Вторая «профессия» АТФ.		
Несис К.Н.	9	69	Гиниатуллин Р.А.	11	12
Загадочная паразитическая книдария. Райкова Е.В., Напара Т.О., Ибрагимов А.Ю.	8	25	Генетическое изменение памяти у мышей*	1	68
Загадочные дициемиды — высокоорганизованные животные. Несис К.Н.	6	35	Гормональный канцерогенез.		
Загадочные носоходки. Фелдолиц С.Д., Зельбстандер А.	4	46	Берштейн Л.М.	3	22
Запах врага и запах добычи впитываются «с молоком матери»*. Семенов Д.В.	11	86	Иммунология опухолей человека.		
Какая ловчая сеть более экономична?*			Абелев Г.И.	2	20
Михайлов К.Г.	3	81	Материнство развивает умственные способности*	3	82
Многоклеточные паразиты простейших.			Необычайные приключения в мире сна и сновидений. Ковальзон В.М.	1	12
Чесунов А.В., Милютян Д.М., Евсеев А.В.	3	6	Новый способ профилактики инфекционных заболеваний*	1	70
Морские бочары. Виноградов Г.М.	12	23	Погодные аномалии и здоровье*	8	73
На грани жизни. Гладышев А.И., Сейфуллин Э.М., Степанова А.А.	10	57	Право видеть*	7	79
Орхидеи обманывают пчел*. Марусик Ю.М.	4	75	Причины смертности ликвидаторов аварий на ЧАЭС*	2	83
Проект «Гамура»*	2	82	Создание вакцин против сибирской язвы.		
			Пименов Е.В., Кожухов В.В., Строчков Ю.И.	10	12

Тысячелетие народа коми: время, климат, человек. Жеребцов И.Л.	7	71	Закономерности расположения вулканических островов*	5	85
Физиология и психология страха.			Золоторудные гиганты мира. Константинов М.М.	3	52
Щербатых Ю.В., Ноздрачев А.Д.	5	61	Крупнейшая геологическая провинция изверженных пород*	2	84
Экспериментальная иммунотерапия метастазов*	9	82	Метангидраты: наука и экономика*	8	74
Эндотелий — «эндокринное дерево».			Мы живем в антропоцене?*	12	76
Томазков О.А.	5	38	О чем говорит гавайский плюм*	6	76
ЭКОЛОГИЯ. ОХРАНА ПРИРОДЫ. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ			Острова архипелага Самоа — цепь «горячих точек»?*	6	81
Белухи в ледовых ловушках*	5	83	Открытие месторождения Хонгуруу.		
Брукхейвенский экспериментальный реактор остановлен*	11	85	Колодезников К.Е., Ивсенсен Г.В.	5	30
Быстрое формирование генетической устойчивости к токсичной водоросли*. Несис К.Н.	9	83	Подземная река Русской равнины.		
Выставка «Гремящие прерии»*	1	71	Коршунов В.В., Котов Ф.С., Полещук А.В.	11	51
Дискуссия о глобальном бюджете CO ₂ *	2	85	Полезные ископаемые шельфов России.		
Европейская система предупреждения лесных пожаров*	3	83	Алексеев М.Н., Друщиз В.А.	11	3
Жизнь в атомном и химическом мире. (Публикация Л.П.Беляновой)	4	80	«Последний день Помпеи» и последние дни Помпей.		
Как после извержения Кракатау возродилась природа*	3	83	Никонов А.А.	7	43
Квакши и хамелсоны под охраной*. Семенов Д.В.	4	77	Радиоактивные отходы предлагается хранить в Нью-Мексико*	5	83
Кианги и другие обитатели Тибета.			Сколько нефти осталось в российских недрах?		
Паклина Н.В., Орден К.ван	1	40	Аплонов С.В., Келлер М.Б., Лебедев Б.А.	7	35
	2	35	Трещины в гранитах — зло или благо?		
Мертвая зона в Мексиканском заливе*	7	79	Белов С.В., Бурмистров А.А.	11	33
Национальные парки США на пороге перемен*	12	77	Федеральная целевая программа «Мировой океан»*.		
Новый чужеродец в Черном море.			Пуцаровский Ю.М.	3	83
Игнатьев С.М., Зуев Г.В.	5	26	Эоловое происхождение красных глин в Северном Китае*	6	81
О радиоактивном загрязнении сибирских рек*	8	74	ГЕОХИМИЯ. ГЕОФИЗИКА		
Огни небоскребов дезориентируют птиц-мигрантов*	1	71	Асимметрия электропроводности мантии*	4	79
Перепись гриззли*	11	87	В поисках предвестников землетрясения*	9	84
Под свалками задерживается углерод*	4	78	Гидротермальные системы океана и жизнь.		
Радиоактивные отходы предлагается хранить в Нью-Мексико*	5	83	Ленин А.Ю., Москалев Л.И., Богданов Ю.А., Сагалевич А.М.	5	47
Растения очистят национальный парк*	1	71	Дискуссия о глобальном бюджете CO ₂ *	2	85
Ртуть в водоемах: превращения и токсичность.			«Загробная» жизнь липидов водорослевой клетки.		
Жилин Д.М., Перминова И.В.	11	43	Рокосов Ю.В.	8	3
Свидетели средневекового потепления климата.			Колесания недр Земли и ее атмосферы*	11	87
Ваганов Е.А., Наурызбаев М.М., Хьюс М.К.	12	54	Космическая пыль в Океане.		
Спасение кораллов с помощью Интернета*	2	84	Ануфриев Г.С., Болтенков Б.С.	9	21
Ультрафиолетовое излучение и состояние озоносферы*	4	73	Курильщики поля Рейнбоу — район масштабного абиогенного синтеза метана.		
Шантарские острова в опасности.			Ленин А.Ю., Сагалевич А.М.	8	44
Шлотгауэр С.Д.	10	42	Математическое моделирование физико-химической динамики магматических процессов.		
Япония планирует создание хранилища радионуклидов*	1	72	Ярошевский А.А., Коптев-Дворников Е.В.	10	48
ГЕОЛОГИЯ. ГЕОТЕКТОНИКА. ПЕТРОЛОГИЯ			Накопление редких элементов в гранитах.		
Алмазные месторождения на Украине?*	5	84	Костицын Ю.А.	1	21
Алмазы из нижней мантии*	12	76		2	26
Африканский материк раскалывается*	3	84	Опал в диатомовых илах Южного океана*	11	87
Видимый свет невидимого золота.			Роль суперплюмов в глобальной тектонике*	7	80
Горячкин Н.И., Хорошилов В.Л.	4	27	Эффект Харста в геофизике.		
Газогидраты и конец ледникового периода*	7	80	Найденев В.И., Кожевникова И.А.	1	3
Гигантский кратер в Южной Африке*	8	75	СЕЙСМОЛОГИЯ. ВУЛКАНОЛОГИЯ		
Живые разломы на улицах города Сиань.			«Божья гора» не успокаивается*	7	82
Уфимцев Г.Ф.	3	28	Вулкан Лопеви: капитан Кук ошибся*	2	86
			Вулкан Мутновский проснулся. Гавриленко Г.М.	12	41
			Гватемала живет на вулкане*	4	78
			Извержение было предсказано точно*	6	82

Извержение вулкана или война?*	12	77
Каменные «пузыри» поднимаются со дна*	7	82
Колима продолжает извергаться*	5	86
Кракатау вновь напоминает о себе*	1	72
Мексиканская система оповещения*	5	86
Остров-призрак*	6	82
Очередное пробуждение вулкана Ясур*	8	76
Сейсмические события марта—апреля 1999 г.*	3	86
Сейсмология в Интернете*	4	79
«Супруги» Лаки-Лаки и Перемпуан выясняют отношения*	9	84
У вулкана Мацама «длинные руки»*	9	84
Ураган спровоцировал вулканические выбросы*	3	86
Февраль 1999 г.: глобальная сейсмичность*	2	86
Эффективность сейсмосети в Кыргызстане под угрозой*	7	81

ГЕОГРАФИЯ. КЛИМАТОЛОГИЯ. МЕТЕОРОЛОГИЯ. ГЛЯЦИОЛОГИЯ

Антарктический феномен — озеро Восток. Зотиков И.А.	2	61
Арктическая осцилляция — новый климатический фактор*	3	79
Вечная мерзлота и современный климат. Павлов А.В., Гравис Г.Ф.	4	10
XX век — теплейший за тысячелетие*	2	78
Как поведут себя циклоны?*	7	84
Климатические изменения в Австралии*	9	85
Край эдельвейсов и толсторогов. Гутванский В.И., Подольский С.А.	4	37
Краткосрочные потепления на фоне длительного похолодания*	8	76
Ледники Патагонии. Поповнин В.В.	7	51
Ледниковые катастрофы в новейшей истории Земли. Рудой А.Н.	9	36
Многолетние метеонаблюдения на северо-западе России*. Померанец К.С.	7	84
Модель прогноза ураганов*	6	83
Морские побережья в XXI веке. Каплин П.А., Павлидис Ю.А., Селиванов А.О.	3	37
Не по своей воле. Полян П.М.	6	3
Необитаемый остров Осмуссаар. Никонов А.А.	3	48
Новый айсберг-гигант начал дрейф*	11	88
Охотское побережье. Махинов А.Н., Сапаев В.М.	6	37
Пирамиды принадлежат норманнам или иннуитам?*	8	77
Погодные аномалии и здоровье*	8	73
Позднекайнозойские оледенения Южной Америки*. Лаухин С.А.	1	73
Полезные ископаемые шельфов России. Алексеев М.Н., Друщиц В.А.	11	3
Природные катастрофы: итоги 1998 года*	5	86
Статистика погоды. Бядко А.В., Гамбургцев А.Г.	12	6
Такой засухи в США не было 100 лет*	6	83
Толщина арктических льдов сократилась*	11	88
Убсунурская котловина: путешествие в пространстве и времени. Петрова Е.Г., Петров А.В.	9	46
Частные спутники дополнят государственную метеосеть США*	8	69
Эль-Ниньо за минувшие пять тысяч лет*	1	73
Японо-американский климатологический центр*	6	82

ОКЕАНОЛОГИЯ

Курильщики поля Рейнбоу — район масштабного абиогенного синтеза метана. Ленин А.Ю., Сагалевич А.М.	8	44
Ледовитый океан — без льдов?*	8	69
Наводнение в Санкт-Петербурге*. Померанец К.С.	4	71
«Немо» — обсерватория под водой*	6	81
Ниагарский водопад относительно молод*	9	85
Новая океанографическая программа «Argo»*	5	77
Подводные пустыни хребта Альфа*	2	85
Сокращение объема гидрологических наблюдений*	7	83
Техногенные волны Северного моря*	8	75
Химический бюджет океана*	7	81
Эти удивительные диатомеи. Стунжас П.А., Сапожников Ф.В.	5	12

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ. ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ

Амфиподы из балтийского янтаря*	8	77
«Всемирный потоп» в Юго-Восточной Азии*	12	78
Динозавр не предок птиц: новые свидетельства*	7	84
Динозавры из Подмосковья*. Алифанов В.Р.	3	76
Зачем ихтиозаврам такие большие глаза?*	6	83
Ископаемому коню в зубы смотрят*	5	87
Какова древность первых многоклеточных организмов?*	6	84
Найден полный скелет горгонопаза*	3	87
Небесные драконы, допотопные грешники и змеи Ирландии. Алифанов В.Р.	10	66
Островные виды карликового мамонта. Мащенко Е.Н.	5	56
Растительные зоны Западной Африки в последние 500 тыс. лет*	2	87
Холодная зarya животной жизни. Федонкин М.А.	9	3
Экваториальная колыбель пермских папоротников Приуралья. Наугольных С.В.	3	66

АРХЕОЛОГИЯ. АНТРОПОЛОГИЯ. ЭТНОГРАФИЯ

Великая Африканская стена*	3	87
Виноделие в древней Армении. Палавджян Р.С.	8	56
В канадском леднике найдена мумия индейца-охотника*	7	85
Древние скандинавы в американском Заполярье*	12	79
Египетская «Долина мумий»*	1	74
Карфагенские стелы с фрегата «Мажента»*	2	87
Мумии инкских детей*	3	87
Мумия из Чатыра. Худяков Ю.С., Кочеев В.А.	8	54
Новгород — раскрытая книга русского средневековья. Янин В.Л.	10	3
Палеолит в среднем плейстоцене Англии*	7	85
Палеолитические лучники с берегов Сейма. Чубур А.А.	12	37
Первоамериканец из Прибайкалья*	9	86
Пирамиды принадлежат норманнам или иннуитам?*	8	77
Степные курганы открывают новые тайны. Демкин В.А., Демкина Т.С., Борисов А.В.	3	31
Стоянка на пути миграции среднелолитического человека из Леванта в Сибирь. Ранов В.А., Лаухин С.А.	9	52
Судостроение в Древнем Риме*	6	84
Уникальный храмовый комплекс Древнего Египта*	12	78

Финикийские суда найдены на больших глубинах* 9 86
 Ярмукцы были развитым племенем* 11 88

ВЕСТИ ИЗ ЭКСПЕДИЦИЙ

Кианги и другие обитатели Тибета.
Паклина Н.В., Орден К.ван 1 40
 2 35

Край эдельвейсов и толсторогов.
Гутванский В.И., Подольский С.А. 4 37
 Курильщики поля Рейнбоу — район масштабного
 абиогенного синтеза метана.
Ленин А.Ю., Сагалевич А.М. 8 44
 Ледники Патагонии. **Поповнин В.В.** 7 51
 Охотское побережье. **Махинов А.Н., Сапаев В.М.** 6 37
 Убсунурская котловина: путешествие в пространстве
 и времени. **Петрова Е.Г., Петров А.В.** 9 46

ВОЗВРАЩЕНИЕ

Василий Леонтьев, или Экономика
 на шахматной доске. **Авикин А.В.** 7 61
 Дмитрий Павлович Рябушинский. **Борисов В.П.** 8 61
 Карьера Джорджа Кистяковского в Гарварде,
 Лос-Аламосе и Белом доме. **Борисов В.П.** 12 68
 Русского астронома помнят в далекой
 Бразилии. К 100-летию со дня рождения
 Александра Ивановича Постоева.
Сантуш П.М.душ, Мацуура О.Т. 10 79
СТЕПАН ПРОКОФЬЕВИЧ ТИМОШЕНКО —
ОСНОВАТЕЛЬ АМЕРИКАНСКОЙ ШКОЛЫ
ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ
 «Разбросанные по всей Америке».
Сорокина М.Ю. 4 55
 «Америка мне определенно не нравилась».
Борисов В.П. 4 57
 «Вряд ли придется возвращаться домой».
 Из писем С.П.Тимошенко В.И.Вернадскому 4 67

ИЗ ВОСПОМИНАНИЙ

Роскошь общения с Гургеном Аскарьяном.
Болотовский Б.М. 2 69

КРАСНАЯ КНИГА ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ

Орловский рысак: история и современность.
Уханов С.В., Столповский Ю.А. 3 60

НАСЛЕДИЕ

К 100-ЛЕТИЮ Н.В.ТИМОФЕЕВА-РЕСОВСКОГО 11 67
 Неосуществленный проект 11 68
 Тридцать лет спустя. **Гинтер Е.К.** 11 71
 Комментарий. **Иванов В.И.** 11 74

НАУКА НЕ ИМЕЕТ ГРАНИЦ

К 100-летию со дня рождения
 Ф.Г.Добржанского 12 58
 Из дневника Ф.Г.Добржанского 12 59
 Его родословная. **Богданов Н.Н.** 12 65

СВЯЗЬ ВРЕМЕН

И.С.Чумаков: открытие и судьба. **Бялко А.В.** 4 5
 Когда Средиземное море высохло и что за этим
 последовало. **Несис К.Н.** 4 3

«Последний день Помпеи» и последние дни Помпей.
Никонов А.А. 7 43

В КОНЦЕ НОМЕРА

Афоризмы 12 85
Post scriptum 4 96

ВСТРЕЧИ С ЗАБЫТЫМ

Александр Михайлович Сибиряков. **Соловьева Б.А.** 9 92
 Живая география России. Н.В.Гоголь изучает
 естественноисторические труды П.С.Палласа.
Сытин А.К. 6 93
 «И многими красотою удивлена...» **Филимонов К.А.** 2 93
 Метеориты, «камни грома» и Парижская академия
 наук перед «судом истории». **Еремеева А.И.** 8 91
 «Негостеприимная земля» (Путешествие Брема
 по Западной Сибири). **Богданов В.В.** 5 93
 Первая женщина в Геологическом комитете
 России. **Баскина В.А.** 7 93
 Пионеры лесоводства России. **Поляков А.Н.** 4 90
 Принц А.П.Ольденбургский в истории российской
 медицины. **Шноль С.Э.** 1 93
 «Растение, кокеруза называемое...» (Случай из
 министерской практики 1803 года). **Кулакова И.П.** 3 94
 Регель на Смоленщине. **Журавлева Л.С.** 10 95

ЗАМЕТКИ И НАБЛЮДЕНИЯ

Бабочки морфиды в джунглях Гайаны. **Каабак Л.В.** 3 47
 Вороватая улитка. **Несис К.Н.** 2 58
 Вулкан Мутновский проснулся. **Гавриленко Г.М.** 12 41
 Гадюка. **Булавицев В.И.** 5 58
 Крестины восьмиметровых телескопов. **Сурдин В.Г.** 1 62
 Морские бочары. **Виноградов Г.М.** 12 23
 Необитаемый остров Осмуссаар. **Никонов А.А.** 3 48
 Подземная река Русской равнины.
Коршунов В.В., Котов Ф.С., Полещук А.В. 11 51
 Правая и левая любовь улиток. **Несис К.Н.** 7 31
 Редкий красавец чибис. **Булавицев В.И.** 2 56
 Щетинкочелюстные без головы. **Тимофеев С.Ф.** 7 33

КАЛЕЙДОСКОП

Астероид — чемпион вращения 11 31
 Астрономия в Китае: реорганизация и развитие 10 31
 Атлантида Северного моря 12 19
 Взрыв вулкана Колима 10 32
 Вулкан Майон — тревога пятого уровня 12 36
 Где и как родились Уран и Нептун? 11 31
 «Горячее пятно» под Ярлун Цзангбо 11 32
 Дискуссия вокруг ветхозаветной хронологии 12 20
 Дымка над Китаем 12 22
 Загрязнения атмосферы над Индийским океаном 10 65
 Западно-Антарктическое оледенение
 и уровень океана 10 32
 Землетрясения связаны между собой 11 64
 КНР в мировом рейтинге 10 27
 Крокодилы в Сахаре 12 22
 Лес, захороненный 10 тысяч лет назад 12 22
 «Метанная революция» в жизни Земли 12 19
 Млекопитающие под ногами у динозавров 10 32
 Океаны теряют тепло, атмосфера теплеет 10 19

Оптический телескоп «Субару» — новые открытия	11	31
Остров Питкэрн — исчезающий рай в Тихом океане	10	33
Парадоксы ледников тропического пояса Земли	12	20
Перспектива обеспечения продовольствием	10	33
Поведение летучих мышей в Заполярье	12	21
По нехоженным тропам Африки	11	17
Проект «Шампольон» возобновлен	11	32
Проект, объединяющий геофизику с геологией	10	31
Радиоактивность Монблана	11	42
Реабилитация филистимлян	11	65
Резкое потепление в конце ледникового периода	11	66
Розеттский камень открывает новые тайны	11	42
Сохранились реликвии полярных исследователей	12	57
Таймырский мамонт	11	65
Трехмерные карты океанского дна	12	20
Эти дали новое имя и сделали «кинозвездой»	10	27
Южный полюс переместился	10	33

КОРОТКО

1 20, 74; 2 19, 44; 3 51, 72, 75; 4 26; 5 25, 37, 46; 6 12, 75; 7 12; 8 15, 24; 9 28, 51

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

Водопад астрономической информации	8	42
Где родня твоя, Одинокий Джордж? Несис К.Н.	10	28
Гордость европейской астрономии	8	42
Кризис марсианской программы НАСА. Вибе Д.Э.	11	41
Школа по прикладной сверхпроводимости на исходе века. Ширшов Л.С.	12	26

ОТРАЖЕНИЯ

«Мне с годами все ближе природа».		
Фильштейн М.Я.	12	52
Сон в Рождественскую ночь, или Нерукотворные елочные игрушки. Наточин Ю.В. (Фотоэтюды),		
Фильштейн М.Я. (Стихи)	1	50

РЕЦЕНЗИИ

Атомный проект СССР языком документов.		
Мальков В.Л.	7	86

История отечественной астрономии: от мира Перуна до Вселенной Линде. Цицин Ф.А.	9	87
Колодки математической экологии. Гиляров А.М.	12	80
Крымская одиссея Палласа. Сытин А.К.	2	88
Л.Э.Пуревич — педагог и ученый.		
Волковський Р.Ю.	4	85
О художниках, натуралистах и капитанах.		
Москалев Л.И.	11	89
Одна судьба из многих тысяч. Борисов В.П.	3	88
Психогенетика в наши дни. Зорина З.А.,		
Полетаева И.И.	10	91
Тайна Хоутерманса. Ранюк Ю.Н.	5	88
Творцы ядерного века.		
Баранов В.Ю., Лазарев С.Д.	1	88
Через 60 лет. Каганов М.И.	6	85

НОВЫЕ КНИГИ

1 91; 2 91; 3 90; 4 88; 5 92; 6 91; 7 90; 8 89; 9 91; 10 93; 11 93; 12 83

КОММЕНТАРИЙ

«В каждой шутке есть доля правды».		
Степаньянц С., Свобода А.	5	69

РЕДАКЦИОННАЯ ПОЧТА

4 18

РЕЗОНАНС

Открытие месторождения Хонгуруу.		
Колодезников К.Е., Ивенсен Г.В.	5	30
«Рефлекс свободы».		
(Публикация Ю.Н.Вавилова, М.Е.Раменской)	11	95

РЕКЛАМА, ОБЪЯВЛЕНИЯ

1 49; 4 9; 10 30

К НАШИМ ЧИТАТЕЛЯМ И АВТОРАМ

4 94

Авторский указатель журнала «Природа» за 2000 год

А белев Г.И.	2	20	Брагинский В.Б.	12	3	Гравис Г.Ф.		
Александров О.Е.			Булавинцев В.И.	2	56	(см. Павлов А.В.)	4	10
(см. Селезнев В.Д. и др.)	7	5		5	58	Гречко В.В.		
Алексеев М.Н.			Бурмистров А.А.			(см. Даревский И.С.,		
(см. Друщиц В.А.)	11	3	(см. Белов С.В.)	11	33	Куприянова Л.А.)	9	61
Алифанов В.Р.	3	76	Бялко А.В.	2	3	Гуркин В.А.	6	31
	10	66		4	5			
Аникин А.В.	7	61		4	74	Д аревский И.С.		
Антонов А.С.	10	73	Бялко А.В.			(см. Гречко В.В., Куприянова Л.А.)	9	61
Ануфриев Г.С.			(см. Гамбургцев А.Г.)	12	6	Демкин В.А.		
(см. Болтенков Б.С.)	9	21				(см. Демкина Т.С., Борисов А.В.)	3	31
Аплонов С.В.			В авилин В.А.	5	19	Демкина Т.С.		
(см. Келлер М.Б.,			Вавилов Ю.Н.			(см. Демкин В.А., Борисов А.В.)	3	31
Лебедев Б.А.)	7	35	(см. Раменская М.Е.)	11	95	Дж.О.Керр	4	73
			Ваганов Е.А.			Джикаев Ю.К.	3	73
Б аранов В.Ю.			(см. Наурызбаев М.М., Хьюс М.К.)	12	54	Друщиц В.А.		
(см. Лазарев С.Д.)	1	88	Вартанян Т.А.			(см. Алексеев М.Н.)	11	3
Баранова А.В.			(см. Бонч-Бруевич А.М. и др.)	1	31	Дубовский П.Б.	5	32
(см. Янковский Н.К.)	8	9	Вибе Д.З.	11	41	Дьячков П.Н.	11	23
Баскина В.А.	7	93		11	84			
Бейер Т.В.	7	13	Виноградов Г.М.	3	81	Е всеев А.В.		
Белов С.В.				7	77	(см. Чесунов А.В., Милютин Д.М.)	3	6
(см. Бурмистров А.А.)	11	33	Волковський Р.Ю.	12	23	Еремеева А.И.	8	91
Белянова Л.П.	2	80	Воробьев С.А.	4	85	Еремин В.В.	1	78
	4	80	(см. Косенков В.М.)	3	13	Ефремов Ю.Н.	10	34
Белянова Л.П.			Воронов Д.А.	11	18			
(см. Ткачук В.А.)	1	83	Высоцкий М.И.	1	75	Ж арков В.Н.		
Берштейн Л.М.	3	22				(см. Мороз В.И.)	6	58
Богданов В.В.	5	93	Г авриленко Г.М.	12	41	Жарков Д.	1	66
Богданов Н.Н.	12	65	Гамбургцев А.Г.			Желтов М.А.		
Богданов Ю.А.			(см. Бялко А.В.)	12	6	(см. Шибков А.А.,		
(см. Леин А.Ю. и др.)	5	47	Гиляров А.М.	2	81	Королев А.А.)	9	12
Болдырев А.А.	9	29		5	81	Жеребцов И.Л.	7	71
Болотовский Б.М.	2	69	Гинзбург В.Л.	12	80	Жигальцев И.В.		
Болтенков Б.С.			Гиниатуллин Р.А.	3	3	(см. Каплун А.П., Швец В.И.)	6	68
(см. Ануфриев Г.С.)	9	21	Гинтер Е.К.	11	12	Жилин Д.М.		
Бонч-Бруевич А.М.			Гладышев А.И.	11	71	(см. Перминова И.В.)	11	43
(см. Вартанян Т.А.,			(см. Сейфулин Э.М.,			Жилина Т.Н.		
Пржибельский С.Г., Хромов В.В.)	1	31	Степанова А.А.)	10	57	(см. Заварзин Г.А.)	2	45
Борисов А.В.			Голубовский М.Д.	8	82	Журавлева Л.С.	10	95
(см. Демкин В.А., Демкина Т.С.)	3	31	Гомазков О.А.	5	38			
Борисов В.П.	3	88	Горячкин Н.И.			З аварзин Г.А.		
	4	57	(см. Хорошилов В.Л.)	4	27	(см. Жилина Т.Н.)	2	45
	8	61	Готванский В.И.			Залетаев Д.В.	7	3
	12	68	(см. Подольский С.А.)	4	37	Звездин А.К.	12	11
Борисов С.В.						Зельбстандер А.		
(см. Магарилл С.А. и др.)	6	46				(см. Фелдоянц С.Д.)	4	46

Зорина З.А. (см. Полетаева И.И.)	10 91	Лаухин С.А.	1 73 5 84	Никонов А.А.	3 48 7 43
Зотиков И.А.	2 61	Лаухин С.А.		Ноздрачев А.Д.	
Зуев Г.В. (см. Игнатьев С.М.)	5 26	(см. Ранов В.А.)	9 52	(см. Щербатых Ю.В.)	5 61
И брагимов А.Ю. (см. Райкова Е.В., Напара Т.О.)	8 25	Лебедев Б.А. (см. Аплонов С.В., Келлер М.Б.)	7 35	О рден Кван (см. Паклина Н.В.)	1 40 2 35
Иванов В.И.	11 74	Левит Г.С.	5 71		
Ивенсен Г.В. (см. Колодезников К.Е.)	5 30	Лейн А.Ю. (см. Москалев Л.И., Богданов Ю.А., Сагалевич А.М.)	5 47	П авлидис Ю.А. (см. Каплин П.А., Селиванов А.О.)	3 37
Игнатьев С.М. (см. Зуев Г.В.)	5 26	Лейн А.Ю. (см. Сагалевич А.М.)	8 44	Павлов А.В. (см. Гравис Г.Ф.)	4 10
К аабак Л.В.	3 47	М агарилл С.А. (см. Борисов С.В., Первухина Н.В., Пальчик Н.А.)	6 46	Паклина Н.В. (см. Орден Кван)	1 40 2 35
Каганов М.И.	6 85	Мальков В.Л.	7 86	Паланджян Р.С.	8 56
Каплин П.А. (см. Павлидис Ю.А., Селиванов А.О.)	3 37	Марусик Ю.М.	4 75	Пальчик Н.А. (см. Магарилл С.А. и др.)	6 46
Каплун А.П. (см. Жигальцев И.В., Швец В.И.)	6 68	Махинов А.Н. (см. Сапаев В.М.)	6 37	Первухина Н.В. (см. Магарилл С.А. и др.)	6 46
Карнаухов В.А.	2 5	Мацуура О.Т. (см. Сантуш П.М.душ)	10 79	Перминова И.В. (см. Жилин Д.М.)	11 43
Келлер М.Б. (см. Аплонов С.В., Лебедев Б.А.)	7 35	Мащенко Е.Н.	5 56	Петров А.В. (см. Петрова Е.Г.)	9 46
Ковальзон В.М.	1 12	Мелких А.В. (см. Селезнев В.Д. и др.)	7 5	Петрова Е.Г. (см. Петров А.В.)	9 46
Кожевникова И.А. (см. Найденов В.И.)	1 3	Милютин Д.М. (см. Чесунов А.В., Евсеев А.В.)	3 6	Петросян В.С.	2 13
Кожухов В.В. (см. Пименов Е.В., Строчков Ю.И.)	10 12	Михайлов К.Г.	1 67 2 81 3 81	Печенкин А.А.	11 75
Колодезников К.Е. (см. Ивенсен Г.В.)	5 30	Михайлов О.В.	8 16	Пименов Е.В. (см. Кожухов В.В., Строчков Ю.И.)	10 12
Константинов М.М.	3 52	Моров В.П.	1 52	Подольский С.А. (см. Готванский В.И.)	4 37
Коптев-Дворников Е.В. (см. Ярошевский А.А.)	10 48	Мороз В.И. (см. Жарков В.Н.)	6 58	Полетаева И.И. (см. Зорина З.А.)	10 91
Корнюшин А.В.	12 28	Москалев Л.И.	11 89	Полещук А.В. (см. Коршунов В.В., Котов Ф.С.)	11 51
Королев А.А. (см. Шибков А.А., Желтов М.А.)	9 12	Москалев Л.И. (см. Лейн А.Ю. и др.)	5 47	Поляков А.Н.	4 90
Коротцев О.Н.	8 71	Н айденов В.И. (см. Кожевникова И.А.)	1 3	Полян П.М.	6 3
Коршунов В.В. (см. Котов Ф.С., Полещук А.В.)	11 51	Напара Т.О. (см. Райкова Е.В., Ибрагимов А.Ю.)	8 25	Померанец К.С.	4 71 7 84
Косенков В.М. (см. Воробьев С.А.)	3 13	Наточин Ю.В. (см. Фильштейн М.Я.)	1 50	Поповнин В.В.	7 51
Косов В.Н. (см. Селезнев В.Д. и др.)	7 5	Наугольных С.В.	3 66	Пржибельский С.Г. (см. Бонч-Бруевич А.М. и др.)	1 31
Костицын Ю.А.	2 26	Наурызбаев М.М. (см. Ваганов Е.А., Хьюс М.К.)	12 54	Пушаровский Ю.М.	3 83
Котов Ф.С. (см. Коршунов В.В., Полещук А.В.)	11 51	Несис К.Н.	2 58 4 3 4 75	Р айкова Е.В. (см. Напара Т.О., Ибрагимов А.Ю.)	8 25
Кочеев В.А. (см. Худяков Ю.С.)	8 54		6 35	Раменская М.Е. (см. Вавилов Ю.Н.)	11 95
Кузьмин А.В.	8 32		7 31	Ранов В.А. (см. Лаухин С.А.)	9 52
Кулакова И.П.	3 94		8 72	Ранюк Ю.Н.	5 88
Куприянова Л.А. (см. Даревский И.С., Гречко В.В.)	9 61		9 69	Ратнер В.А.	6 22
Куркин М.И.	11 57		9 83	Решетников В.П.	6 13
Л азарев С.Д. (см. Баранов В.Ю.)	1 88	Никольский И.Д.	10 28 5 68	Рель Дж.С. (см. Уоррен М.Дж.)	9 72

Рокосов Ю.В.	8	3	Степаньянц С.		Формозов Н.А.	8	78	
Рудой А.Н.	9	36	(см. Свобода А.)	5	69			
Сабитов И.Х.	4	19	Столповский Ю.А.		Хорошилов В.Л.			
Сагалевиц А.М.			(см. Уханов С.В.)	3	60	(см. Горячкин Н.И.)	4	27
(см. Леин А.Ю.)	8	44	Строчков Ю.И.			Хромов В.В.		
Сагалевиц А.М.			(см. Пименов Е.В.,			(см. Бонч-Бруевич А.М. и др.)	1	31
(см. Леин А.Ю. и др.)	5	47	Кожухов В.В.)	10	12	Худяков Ю.С.		
Сантуш П.М.душ			Стунжас П.А.			(см. Кочеев В.А.)	8	54
(см. Мацуура О.Т.)	10	79	(см. Сапожников Ф.В.)	5	12	Хьюс М.К.		
Сапаев В.М.			Сурдин В.Г.	1	62	(см. Ваганов Е.А.,		
(см. Махинов А.Н.)	6	37		2	60	Наурзбаев М.М.)	12	54
Сапожников Ф.В.				3	58			
(см. Стунжас П.А.)	5	12		4	36	Цицин Ф.А.	9	87
Свобода А.				5	78	Цюрупа А.И.	4	18
(см. Степаньянц С.)	5	69		6	56			
Сейфулин Э.М.				7	20	Чвалун С.Н.	7	22
(см. Гладышев А.И.,			Сытин А.К.	12	44	Чесунов А.В.		
Степанова А.А.)	10	57		2	88	(см. Милютин Д.М.,		
Селезнев В.Д.				6	93	Евсеев А.В.)	3	6
(см. Мелких А.В.,			Тимофеев С.Ф.	7	33	Чубур А.А.	12	37
Александров О.Е.,			Ткачук В.А.					
Косов В.Н.)	7	5	(см. Белянова Л.П.)	1	83	Швец В.И.		
Селиванов А.О.						(см. Каплун А.П.,		
(см. Каплин П.А., Павлидис Ю.А.)	3	37	Уоррен М.Дж.			Жигальцев И.В.)	6	68
Семенов Д.В.	1	69	(см. Рель Дж.С.)	9	72	Шибков А.А.		
	2	82	Урьев Н.Б.	10	20	(см. Желтов М.А.,		
	3	80	Уфимцев Г.Ф.	3	28	Королев А.А.)	9	12
	4	77	Уханов С.В.			Ширшов Л.С.	12	26
	5	82	(см. Столповский Ю.А.)	3	60	Шлотгауэр С.Д.	10	42
	6	79				Шноль С.Э.	1	93
	11	86	Федонкин М.А.	9	3	Щербатых Ю.В.		
Слезингер И.И.	5	3	Фелдоянц С.Д.			(см. Ноздрачев А.Д.)	5	61
Соловьева Б.А.	9	92	(см. Зельбстандер А.)	4	46	Янин В.Л.	10	3
Сорокина М.Ю.	4	55	Филимонов К.А.	2	93	Янковский Н.К.		
Степанова А.А.			Фильштейн М.Я.	12	52	(см. Баранова А.В.)	8	9
(см. Гладышев А.И.,			Фильштейн М.Я.			Ярошевский А.А.		
Сейфулин Э.М.)	10	57	(см. Наточин Ю.В.)	1	50	(см. Коптев-Дворников Е.В.)	10	48

ПРИРОДА

Над номером работали
Ответственный секретарь

Ю.К.ДЖИКАЕВ

Научные редакторы

О.О.АСТАХОВА

Л.П.БЕЛЯНОВА

Е.Е.БУШУЕВА

М.Ю.ЗУБРЕВА

Г.В.КОРОТКЕВИЧ

К.Л.СОРОКИНА

Н.В.УЛЬЯНОВА

Н.В.УСПЕНСКАЯ

О.И.ШУТОВА

Литературный редактор

М.Я.ФИЛЬШТЕЙН

Художественный редактор

Т.К.ТАКТАШОВА

Заведующая редакцией

И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА

Младший редактор

Г.С.ДОРОХОВА

Перевод

П.А.ХОМЯКОВ

Набор

Е.Е.ЖУКОВА

Корректоры

В.А.ЕРМОЛАЕВА

Л.М.ФЕДОРОВА

Графика, верстка

Д.А.БРАГИН

Адрес редакции:

117810, Москва, ГСП-1

Мароновский пер., 26

Тел.: 238-24-56, 238-25-77

Факс: (095) 238-26-33

Подписано в печать 13.11.2000

Формат 60x88 1/8

Бумага типографская №1

Офсетная печать

Усл. печ. л. 10,32

Усл. кр.-отт. 67,8 тыс.

Уч.-изд. л. 15,1

Заказ 4137

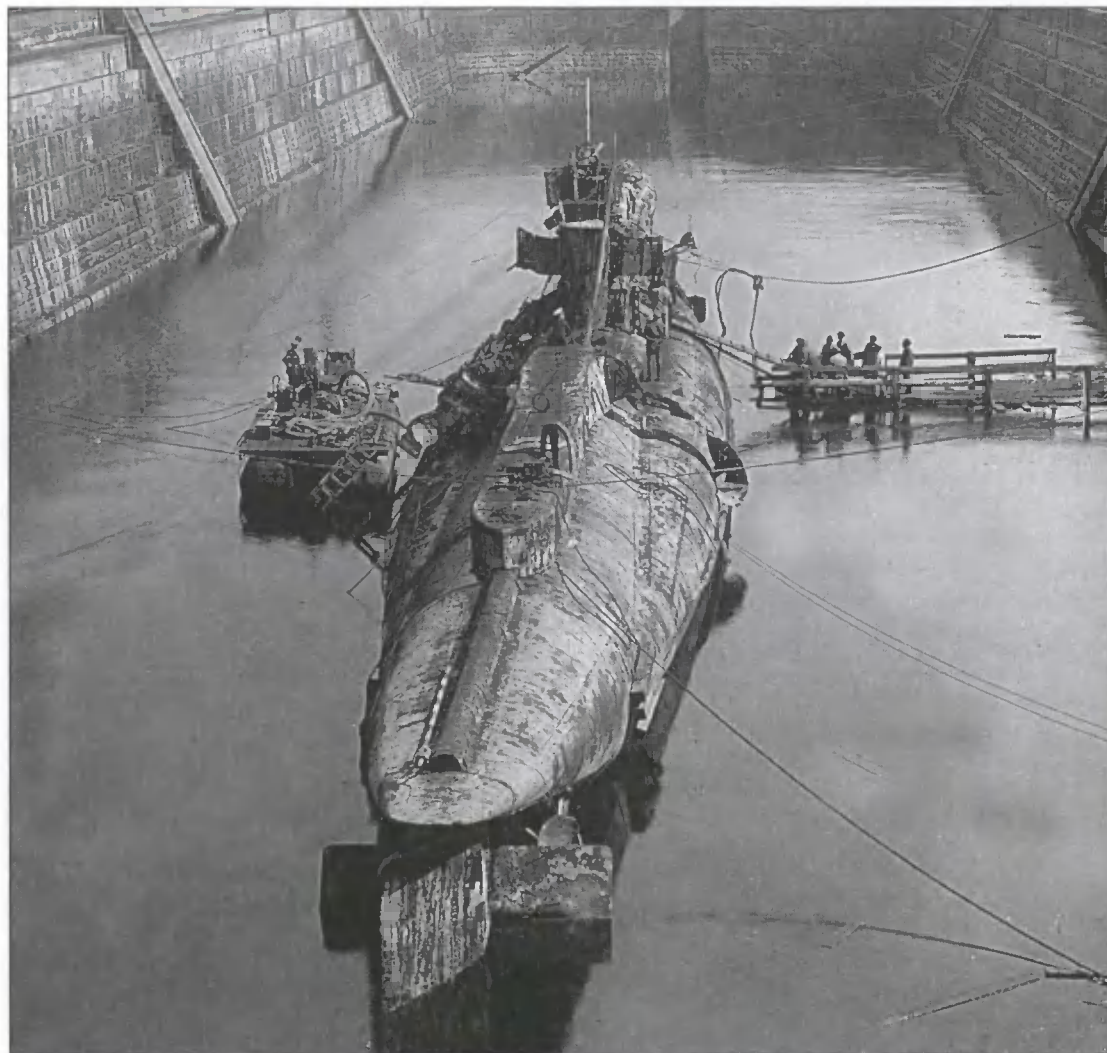
Набрано и сверстано в редакции

Отпечатано в ППП

типографии «Наука»

Академиздатцентра «Наука» РАН,

121099, Москва, Шубинский пер., 6



Экспедиция подводных работ особого назначения (ЭПРОН) родилась из легенды о золотом кладе. В этой истории была своя Троя — английский пароход «Черный принц», затонувший во время Крымской войны под Балаклавой, который, как предполагалось, вез 400 000 ф. ст. золотом! Глубоководные поиски на специально сконструированном снаряде, продолжавшиеся чуть ли не весь 1923 г., ожидаемых результатов не принесли. Но работы ЭПРОН набирали силу. Спустя пять лет, в июле 1928 г., началась операция по подъему английской субмарины L-55, обнаруженной водолазами ЭПРОН на Балтике, в Копорской губе. 11 августа L-55 появилась на поверхности, а на следующий день под красным флагом доставлена в Кронштадт. 38 гробов с останками английских моряков были перенесены на норвежский корабль, взявший курс на Англию. Детали всей операции запечатлены на чудом сохранившихся снимках, которые впервые публикуются в «Природе».

Сорокина М.Ю. В ПОИСКАХ ЗАТОНУВШИХ КОРАБЛЕЙ

