

ISSN 0032-874X

ПРИРОДА

9 96



Главный редактор академик А.Ф.АНДРЕЕВ

Первый заместитель главного редактора А.В.БЯЛКО

Заместители главного редактора:

А.А.ГУРШТЕЙН (история естествознания),

А.А.КОМАР (физика),

А.К.СКВОРЦОВ (биология),

А.А.ЯРОШЕВСКИЙ (науки о Земле)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

И.Н.АРУТЮНЯН (редактор отдела физико-математических наук), О.О.АСТАХОВА (редактор отдела биологии и медицины), кандидат химических наук Л.П.БЕЛЯНОВА (редактор отдела экологии и химии), член-корреспондент РАН Н.А.БОГДАНОВ (геология), член-корреспондент РАН В.Б.БРАГИНСКИЙ (физика), член-корреспондент РАН А.Л.БЫЗОВ (физиология), доктор географических наук А.А.ВЕЛИЧКО (палеогеография), академик АМН А.И.ВОРОБЬЕВ (медицина), доктор биологических наук Н.Н.ВОРОНЦОВ (охрана природы), академик М.Е.ВИНОГРАДОВ (биоокеанология), член-корреспондент РАН С.С.ГЕРШТЕЙН (физика), доктор географических наук Н.Ф.ГЛАЗОВСКИЙ (география), академик Г.С.ГОЛИЦЫН (физика атмосферы), академик Г.В.ДОБРОВОЛЬСКИЙ (почвоведение), академик В.А.ЖАРИКОВ (геология), член-корреспондент РАН Г.А.ЗАВАРЗИН (микробиология, экология), М.Ю.ЗУБРЕВА (редактор отдела географии и океанологии), академик В.Т.ИВАНОВ (биоорганическая химия), академик В.А.КАБАНОВ (общая и техническая химия), Г.В.КОРОТКЕВИЧ (редактор отдела научной информации), академик Н.П.ЛАВЕРОВ (геология), доктор биологических наук Б.М.МЕДНИКОВ (биология), Н.Д.МОРОЗОВА (научная информация), доктор геолого-минералогических наук Л.Л.ПЕРЧУК (геология), доктор технических наук Д.А.ПОСПЕЛОВ (информатика), член-корреспондент РАН В.А.СИДОРЕНКО (энергетика), академик В.Е.СОКОЛОВ (зоология), академик В.С.СТЕПИН (философия естествознания), академик В.Н.СТРАХОВ (геофизика), Н.В.УЛЬЯНОВА (редактор отдела геологии, геофизики и геохимии), Н.В.УСПЕНСКАЯ (редактор отдела философии, истории естествознания и публицистики), академик Л.Д.ФАДДЕЕВ (математика), доктор биологических наук М.А.ФЕДОНКИН (палеонтология), доктор биологических наук С.Э.ШНОЛЬ (биология, биофизика), О.И.ШУТОВА (редактор отдела экологии и химии), доктор физико-математических наук А.М.ЧЕРЕПАЩУК (астрономия, астрофизика).

НА ПЕРВОЙ И ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Слеток малого подорлика и гнездо этой птицы. См. в номере: **Николаев В. И.** *Подорлики.*

Фото Л. Мануш



Издательство «Наука» РАН

© Российская академия наук
журнал «Природа» 1996

В НОМЕРЕ

3 Головин И.Н.

НА КРУТОМ ПЕРЕЛОМЕ

История управляемого термоядерного синтеза, в которой в 1956 г. после сенсационного выступления И.В.Курчатова в Харуэлле произошел крутой поворот от сверхсекретности к "гласности", неразрывно связана с историей создания атомного и водородного оружия, с политическими событиями тех лет.

ЛЕКТОРИЙ

14 Либенсон М.Н.

СВЕТОВАЯ ВОЛНА БЕЖИТ ВДОЛЬ ПОВЕРХНОСТИ

Современные представления о малоизвестных ранее поверхностных электромагнитных волнах дополняют общую картину оптических явлений.

23 Гершензон С.М.

ВИРУСЫ КАК МУТАГЕННЫЕ ФАКТОРЫ

Мутагенность вирусов, доказанная за последнее десятилетие экспериментально, не только позволяет рассматривать вирусы одной из причин возникновения спонтанных мутаций, но и обязывает учитывать это свойство при создании вакцин.

28 Виноградов М.Е., Мельников И.А.

ОАЗИСЫ В ЛЕДЯНОЙ ПУСТЫНЕ

Трудно представить оазисы в обычном понимании этого слова в Антарктиде, на самом суровом континенте Земли. Но они там есть и населены довольно разнообразными организмами.

43 Барабанов Б.В., Гедике К., Леликов Е.П.

ГАЗОВЫЙ ФАКЕЛ В ОХОТСКОМ МОРЕ

КРАСНАЯ КНИГА

48 Николаев В.И. ПОДОРЛИКИ

53 Блох А.М. ВЫДАЮЩИЕСЯ ЖЕНЩИНЫ РОССИИ

ВЕСТИ ИЗ ЭКСПЕДИЦИЙ

54 Пьянов А.И., Дзержинский К.Ф. МАТАКИ, САБАЛО И РЕКА ПИЛЬКОМАЙО

64 Сурдин В.Г. ЯРЧАЙШАЯ КОМЕТА СТОЛЕТИЯ

РАКУРСЫ

66 Халатников И.М. ОТКРЫТЫМ ТЕКСТОМ Мои заграничные вояжи (Окончание)

84 ФИЗИКИ ВСЕ ЕЩЕ ШУТЯТ

В ФИАН'е физики и лирики весело отметили такое серьезное событие, как юбилейное заседание знаменитого московского физического семинара.

103 НОВОСТИ НАУКИ

КОРОТКО (42)

РЕЦЕНЗИЯ

125 Николаев Н.И. ГЕОЛОГИЯ ЗА ГОРИЗОНТОМ ДВАДЦАТОГО ВЕКА

127 МЕДАЛЬ ИМЕНИ МАКСА ПЛАНКА — АКАДЕМИКУ Л.Д.ФАДДЕЕВУ

ОБЪЯВЛЕНИЯ (123)

CONTENTS

3 Golovin I.N.
THE TURNING POINT

The sensational speech made by I.V. Kurchatov at Harwell in 1956 lifted the veil of supersecrecy from controlled nuclear fusion, the history of which was inseparably linked with the development of atomic and hydrogen weapons and political events of those years.

LECTURES

14 Libenson M.N.
LIGHT WAVE RUNS ALONG THE SURFACE

The modern theories about previously obscure surface electromagnetic waves further our knowledge of the optical phenomena.

23 GERSHENSON S.M.
VIRUSES AS MUTAGENIC FACTORS

The mutagenic nature of viruses has been demonstrated experimentally during the last decade. This property of viruses is responsible for spontaneous mutations and must be taken into account during the development of new vaccines.

28 Vinogradov M.E. and Melnikov I.A.
OASES IN THE ICE DESERT

It is hard to imagine oases in Antarctica – the severest continent of the Earth. They do, however, exist there, populated by a variety of organisms.

43 Baranov B.V., Gedike K. and Lellkov E.P.
A GAS TORCH IN THE SEA OF OKHOTSK

RED DATA BOOK

48 Nikolaev V.I.
AQUILA: CLANGA, POMARINA

53 Blokh A.M.
THE OUTSTANDING WOMEN OF RUSSIA

NEWS FROM EXPEDITIONS

54 Pyanov A.I. and Dzerzhinsky K.F.
MATACOS, SABALO AND THE PILCOMAYO RIVER

64 Surdin V.G.
THE BRIGHTEST COMET OF THE CENTURY

VIEWS

66 Khalatnikov I.M.
STRAIGHT TALK
MY FOREIGN JOURNEYS
(Concluded)

84 PHYSICISTS ARE STILL JOKING
The anniversary session of V.L. Ginsburg's Physical Seminar at the Lebedev Physical Institute was celebrated in a humorous vein.

103 SCIENCE NEWS

IN BRIEF (42)

BOOK REVIEWS

125 Nikolaev N.I.
GEOLOGY BEYOND THE 20TH CENTURY

127 ACADEMICIAN L.D. FADDEEV RECEIVES THE MAX PLANCK MEDAL
~
GUIDE TO AUTHORS (123)

На крутом переломе

И. Н. Головин

Российский научный центр «Курчатовский институт»

В мае 1996 г. в Дубне проходил Международный симпозиум «Наука и общество: история советского атомного проекта (40–50-е годы)». На этой представительной конференции впервые историки и сами участники создания советского ядерного оружия публично рассказали о многих фактах, остававшихся до последнего времени секретными. На симпозиуме присутствовала представительная американская делегация, и, естественно, история ядерного оружия рассматривалась во многих аспектах в контексте сравнения американской и советской программ создания атомной, а затем и водородной бомб. Среди участников конференции был и Д.Холлоуэй, автор недавно вышедшего в США фундаментального исторического исследования «Сталин и бомба: Советский Союз и атомная энергия, 1939–1956», на которое мы опубликовали несколько рецензий («Природа». 1995. № 5. С.111–119).

Есть факты, указывающие на то, что первая советская атомная бомба, взорванная на Семипалатинском полигоне 29 августа 1949 г., была создана на основе подробных данных об американской плутониевой бомбе, которые передал нашей разведке Клаус Фукс, один из активных участников проекта «Манхеттен». Но вопрос о приоритете в создании водородной бомбы более сложный. На конференции по этому поводу были высказаны различные суждения.

Нет сомнений, что приоритет идеи инерционного обжатия термоядерного топлива в системе перемежающихся слоев дейтерида трития и обогащенного урана (так называемая «слойка») принадлежит А.Д.Сахарову и В.Л.Гинзбургу. Бомба мощностью в 400 килотонн, взорванная в августе 1953 г., ненадолго вывела СССР на первое место в ядерной гонке, поскольку американское испытание нетранспортабельного термоядерного устройства в ноябре 1952 г. не давало эффективных военных решений. Менее ясен международный приоритет и истинное авторство «третьей идеи» (по выражению Сахарова) — идеи обжатия термоядерного топлива облучением от взрыва атомной бомбы. Именно этот вариант осуществляется в современных бомбах большой мощности. В ряде выступлений на конференции (Л.П.Феокистов, Г.А.Гончаров) отмечалось, что и эта идея могла быть добыта советской разведкой. И все же предпочтение следует отдать мнению непосредственных участников создания советского термоядерного оружия, которое прозвучало в докладе Ю.Б. Харитона, В.Б.Адамского, Ю.Н.Смирнова: идея радиационного обжатия была высказана Зельдовичем и Сахаровым, по крайней мере независимо от их американских соперников Теллера и Улама, а вероятно, и раньше их. Интересно приведенное на конференции мнение Ганса Бёте: сама идея радиационного обжатия настолько парадоксальна, что не могла независимо прийти в головы нескольким людям. (Физические процессы при радиационном обжатии сверхновых звезд, а также разговоры с Зельдовичем на эту тему описаны К.С.Торном в книге «Черные дыры и искривление времени», публиковавшейся «Природой» в 1994 г. См. №8. С.86 и далее.)

Поразительно быстрым был прогресс технологии на заре ядерного века. От запуска первого ядерного реактора до испытания атомной бомбы прошло всего 30 месяцев в США и 20 — в СССР. Испытание водородной бомбы отстояло от испытания атомной на 8 лет и 9 месяцев в США и на 6 лет и 3 месяца — в СССР. Почти одновременно с испытанием водородных бомб были введены в действие первые атомные электростанции, положившие начало ядерной энергетике. Поэтому в середине 50-х годов всем казалось, что потребуются еще небольшая концентрация усилий — и осуществится прорыв к управляемому термоядерному синтезу, который даст человечеству неисчерпаемый источник энергии.

Именно потому такой колоссальный резонанс вызвало выступление И.В.Курчатова в Англии в 1956 г., которое открыло завесу секретности над советскими разработками в этом направлении. Необычной истории и последствиям этого решающего акта международного научного сотрудничества был посвящен доклад на дубненской конференции одного из ближайших сотрудников Курчатова Игоря Николаевича Головина. Расширенное содержание этого доклада и предлагается читателям.

ХАРУЭЛЛСКАЯ ЛЕКЦИЯ

Н.С.Хрущев совершил то, что было невозможно в годы правления Ленина и Сталина. Следуя по пути укрепления мира и дружбы между народами, глава советского государства поехал сначала в Югославию, затем в страны Азии, а в апреле 1956 г. в сопровождении Н.А.Булганина, И.В.Курчатова и А.Н.Туполева прибыл на крейсере «Орджоникидзе» в Лондон. Приезд такой делегации был из ряда вон выходящим событием в мировой политической жизни тех лет.

Это стало сенсацией еще и потому, что после 15 лет отсутствия имени Курчатова в научной литературе и на страницах широкой печати он вдруг был «рассекречен» и предстал перед мировой общественностью научным руководителем атомной программы СССР.

С первых дней англичане поняли, что Курчатов наделен большими полномочиями. Сэр Джон Кокрофт — физик со всемирной известностью, лауреат Нобелевской премии, а в то время глава английской атомной программы — написал позже, вспоминая об этой встрече с Курчатовым, что на него произвели большое впечатление его живой ум и страстность в разговорах о сотрудничестве в области атомной энергии.

«У нас с ним,— делился впечатлениями Кокрофт,— была очень оживленная дискуссия на ступенях клуба «Атенеум» в Лондоне, в своих предложениях Курчатов шел так далеко, что я не мог ответить взаимностью и не имел никакого представления о том, как продолжать эту дискуссию. Он предложил прочитать лекцию в Харуэлле, и я согласился договориться об этом».

Когда делегация во главе с Хрущевым посетила Харуэлл — секретный атомный научный центр Англии — и ее повели по лабораториям, Курчатов, знакомясь с экспериментальными установками, стал очень активно спрашивать своих английских коллег. Тогда же он назвал темы двух докладов, с которыми хотел бы выступить, когда посетит Харуэлл второй

раз. Один доклад он предполагал посвятить планам развития атомной энергетики в СССР, а второй — проводимым в его институте исследованиям возможности возбуждения управляемой термоядерной реакции в газовом разряде. Тематика первого доклада уже затрагивалась на прошедшей в Женеве в 1955 г. Международной конференции по мирному использованию атомной энергии. Вторая область работ в Англии была тогда полностью засекречена, и предложение Курчатова смутило англичан. Их обеспокоило, что он будет задавать вопросы, на которые не имеют права отвечать по соображениям секретности. Чтобы не испортить дружелюбного тона встречи, они решили пойти на маленькую хитрость и срочно отправили Кокрофта в Австралию к дочери, якобы заболевшей. Сотрудники же менее высокого ранга могли сослаться на неосведомленность.

Второй визит Курчатова в Харуэлл состоялся 25 апреля. Он приехал, как и в первый раз, с сотрудником своего института Е.В.Пискаревым, родившимся в Нью-Йорке и безупречно знавшим английский язык. К тому же он вел в институте термоядерные эксперименты и профессионально знал содержание второго доклада, что помогло ему блестяще переводить речь Курчатова на английский.

В конференц-зале Харуэлла собралось около трехсот ученых. Присутствовали также корреспонденты английских и американских газет. Первый доклад был выслушан спокойно. Когда Курчатов перешел ко второму, английские физики поняли, что речь идет о серьезных исследованиях, ведущихся под руководством академиков Л.А.Арцимовича и М.А.Леонтовича и выходящих порой за пределы того, что удалось выполнить в Харуэлле. Курчатов рассказывал об экспериментах с быстрым пинчевым разрядом в разреженном водороде и в дейтерии, о достигнутой в них температуре плазмы в миллион градусов. О теории М.А.Леонтовича и С.М.Осовца, правильно описавшей осциллограммы с особенностями, которые



Н.С.Хрущев и И.В.Курчатов на борту крейсера «Орджоникидзе».

Курчатов показал на экране. Объяснил, что такая высокая температура достигнута в результате хорошей термоизоляции плазмы от стенок с помощью магнитного поля. (На это впервые указали еще в 1950 г. академики А.Д.Сахаров и И.Е.Тамм, разбившие тогда же убедительное теоретическое обоснование снижения теплопроводности и диффузии в плазме поперек магнитных силовых линий и рассчитавшие условия осуществления самоподдерживающейся реакции термоядерного управляемого, спокойно протекающего синтеза.) Сказал о нейтронах, впервые наблюдавшихся в 1952 г. Н.В.Филипповым с сотрудниками при разрядах в дейтерии. Показал полученные В.С.Комельковым скоростные фотоснимки процесса сжатия и радиальных колебаний плазменного столба.

В конце доклада Курчатов сказал, что кроме быстрых импульсных разрядов необходимо «тщательно изучить и другие варианты решения задачи. Значительный интерес представляют стационарные процессы...». Курчатов не задавал никаких вопросов, а сам рассказывал о достижениях своего коллектива и в конце речи призвал снять завесу секретности со всех работ, не имеющих никакого отноше-

ния к оружию и вести совместные исследования «этой величественной проблемы на благо людей. Проблемы, решение которой принесет в их жилища свет и тепло».

Курчатов кончил. Слушатели устроили ему овацию...

В последующие дни английские и американские газеты были полны сенсационных сообщений о Курчатове и его докладах. Одна из них назвала его второй доклад «самым важным заявлением об использовании термоядерной энергии в целях мира, сделанным когда-либо».

Вести о сенсации, вызванной докладом Курчатова, дошли до нас раньше, чем делегация возвратилась на Родину. Нас, физиков, они обрадовали. Но кое-кого из администрации прежнего Первого Главного управления, превратившегося в конце 1953 г. в Минсредмаш, встревожили. Было написано письмо в ЦК КПСС о том, что Минсредмаш не давал разрешения на речь Курчатова. Но ведь Хрущев для пропаганды миролюбивой политики Советского Союза сам одобрил ее!

И результаты призыва Курчатова начать совместную работу быстро последовали. Через три месяца академик Л.А.Арцимович и автор этих строк получили приглашение в Швецию и сделали в Стокгольме на астрономическом сим-



Перед лекцией с заместителем директора Харуэллской лаборатории Б.Ф.Дж.Шоаглендом. 25 апреля 1956 г.

позиуме сверх его программы еще два доклада о работах по управляемому термоядерному синтезу, выполненных в институте, руководимом Курчатовым. Английские физики Р.С.Пиз и П.Тонеман, узнав о предстоящих сверхпрограммных выступлениях, немедленно вылетели с переводчиком в Стокгольм, успели их заслушать и, хотя сами не выступили с докладами, активно участвовали в дискуссии. Осенью 1956 г. руководимый Курчатовым институт получил, наконец, несекретное название «Институт атомной энергии» и принял первого иностранного гостя — знаменитого шведа Х.Альфвена, вскоре получившего Нобелевскую премию за исследования в области магнитной гидродинамики и ее применения в астрофизике. Летом 1957 г. в Венеции на конференции по газовым разрядам американские и английские физики сделали несколько докладов, касающихся нагрева плазмы газового разряда в магнитном поле с целью возбуждения термоядерных реак-

ций. Наши физики возвратились с впечатлением, что в США эти работы разворачиваются гораздо шире, чем у нас.

Лед тронулся! Программы по управляемому термоядерному синтезу (УТС) в СССР, Англии и США полностью рассекречиваются, и в августе 1958 г. на Второй Женевской международной конференции по мирному использованию атомной энергии эти три страны представляют десятки докладов по теоретическим и экспериментальным исследованиям возможности осуществления УТС. Конференция побуждает многих ученых Европы, Японии, Австралии включиться в эту новую область науки.

До Харуэлла исследования по УТС вел в нашей стране только институт Курчатова, но, уже готовясь к выступлению в Харуэлле, Курчатов делает первые шаги по вовлечению в эту тематику Харьковского, Ленинградского, Сухумского физико-технических и других институтов. А после «Второй Женевы» помогает Г.И.Будкеру построить самый крупный в новосибирском Академгородке институт. В нем наряду с развитием новых ускорителей и физикой элементарных частиц Будкер развернул теоретические и эксперименталь-

ные исследования предложенных им открытых магнитных ловушек — основной альтернативы сахаровским тороидальным ловушкам. Одновременно Курчатов сильно расширяет термоядерные работы у себя. Строит большую открытую ловушку с загадочным названием «ОГРА» для получения ионногорячей плазмы инъекцией быстрых молекулярных ионов водорода на основе идеи, предложенной Будкером, привлекает к термоядерной тематике академиков Е.К.Завойского и И.К.Кикоина.

Через год после «Второй Женевы» по инициативе крупного астрофизика США Л.Спитцера, «отца» стеллараторов, создается международный журнал «Nuclear Fusion», издаваемый МАГАТЭ в Вене. Управляемый термоядерный синтез превращается в дело жизни тысяч ученых и инженеров во всем мире. Международные, европейские и национальные конференции, сначала только по физике УТС, потом по технике экспериментов, а с 1970 г. — по термоядерным реакторам, становятся местом регулярных встреч участников этой программы. И, наконец, в 80-х годах возникает инициированный академиком Е.П.Велиховым уникальный международный коллектив из физиков и инженеров США, Западной Европы, Советского Союза и Японии, разрабатывающий проект ITER — Международного термоядерного экспериментального реактора, который воплощает идею Сахарова о тороидальном магнитном термоядерном реакторе (МТР), сформулированную им вместе с И.Е.Таммом в 1950 г.

Экспериментальные исследования возможности осуществления сахаровского варианта термоядерного реактора, начатые И.Н.Головиным и Н.А.Явлинским с молодыми сотрудниками в 1954 г., позволили впервые получить устройство, удерживающее магнитным полем плотную плазму с необычайно высокой для того времени температурой. Экспериментальным установкам такого типа в 1958 г. дали имя «токамак». Развитые под руководством Арцимовича эксперименты на усовершенствованных токамаках привели в 1968 г. к выдающимся результатам и принесли токамакам мировое первен-

ство среди других вариантов термоядерных реакторов.

ДОРОГА К ХАРУЭЛЛУ

Мы жили тогда в период создания и испытания термоядерных сверхбомб, но ничего не знали о них из-за строгой секретности. Лишь немногие, прежде всего создатели этого страшного оружия, вскоре поняли, что мы живем на крутом повороте истории, который требует глубокого изменения морали общества, изменения политики, когда конфликты и противостояния идеологий, религий, партий, революции и войны становятся смертельно опасными для всего человечества. Великие плоды науки привели тогда к необходимости выбора: или благополучная жизнь, или гибель всего многомиллиардного человечества, к которой может привести не только безумие диктатора или террориста, но и несанкционированный пуск одной из многочисленных ракет с термоядерными зарядами, нацеленных сверхдержавами друг на друга. Поддержание хрупкого равновесия в мире, эволюционное развитие общества стали условием существования самого общества.

История управляемого термоядерного синтеза неразрывно связана с историей создания атомного и водородного оружия, с историческими и политическими событиями тех лет. А начиналось так.

В конце декабря 1942 г., во время тяжелой Сталинградской битвы, поворотной в ходе Великой Отечественной войны, Курчатов был вызван из Казани в Москву (согласно легенде, не подтвержденной пока документами) для встречи со Сталиным. Сталин якобы сказал ему:

— Мы подумали, посовещались и решили назначить вас научным руководителем проекта создания урановой бомбы.

— Это очень ответственно, дайте обдумать, — ответил Курчатов.

— Обдумайте, — решил Сталин, — срок — три дня.

Курчатов немедленно уехал обратно.

Мы никогда не узнаем, о чем

думал Курчатов в ту ночь по возвращении в Казань. Он не прилег до утра, а ходил, сосредоточенно думая, взад и вперед по комнате, в которой жил с женой в эвакуации. Что волновало его? Сложность и ответственность задачи? Вопросы морали? Он ведь знал уже от Ю.Б.Харитона, что по расчетам мощность урановой бомбы должна в тысячи или в десятки тысяч раз превышать мощность самой большой авиабомбы, применявшейся тогда в войне. Понимал, что это станет оружием массового уничтожения. Он, с увлечением занятый мирными исследованиями атомного ядра, а с первых дней войны (вместе с А.П.Александровым) все свои силы отдававший спасению жизни людей — защите моряков от подрыва кораблей на минах врага, — должен теперь превратиться в создателя чудовищного оружия разрушения и смерти. Думал ли он и о защите беспощадной диктатуры, принесшей так много страданий невинным жертвам? Об этом мы ничего не знаем.

Став научным руководителем атомного проекта, Курчатов, видимо, никогда в личных беседах не говорил о политике. Во всяком случае ни я, ни кто-либо из его окружения не слышал от него политических суждений — кроме официальных речей с трибуны. Но то особый вопрос. Для него всегда на первом месте было дело, решение главных научных и технических задач, конкретное созидание, которым он подчинял все свои действия. Однако он всегда оставался заботливым и внимательным к работающим вместе с ним людям, помогал им и всегда бережно относился к их человеческому достоинству.

На следующий день по приезде в Казань Курчатов долго обсуждал беспокойившие его вопросы со своим другом А.П.Александровым. И бесповоротно решил: согласиться возглавить работы по созданию атомной бомбы.

Последовали годы напряженнейшего труда, взявшего все его силы и сократившего ему жизнь. Совместной работы с физиками, инженерами, министрами, рабочими, учеными многих

специальностей. На совещаниях, в лабораториях, на стройках, полигоне, ночных заседаниях в Кремле, часто у Берии, изредка у Сталина. Все скорее, скорее, скорее, под тяжелым прессом тревоги о возможной страшной беде в случае неудачи, и так до первого взрыва атомной бомбы на Семипалатинском полигоне 29 августа 1949 г.

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГИЯ НАЧИНАЕТ РАБОТАТЬ НА МИР

В.И.Меркин, близкий помощник Курчатова, многие годы чуть ли не ежедневно работавший с ним над проектами атомных реакторов, вспоминает, как в беседах с глазу на глаз Курчатов с самого начала работы часто делился мыслью о том, что прежде всего надо сделать «урановый котел», как тогда называли реактор. Ибо от «котла» можно получать пар для турбины, а значит, и электроэнергию. И это будет прекрасно! Но в докладах Сталину он не упоминал об этом, а отстаивал реактор как наиболее надежный и короткий путь к плутониевым зарядам атомных бомб. Второй путь — разделение изотопов урана — он считал резервным, более сложным и долгим и едва ли способным приносить пользу людям.

В 1948 г., т.е. еще до испытания первой бомбы, Курчатов с А.П.Александровым обсудили возможность создания небольшого охлаждаемого гелием реактора для получения электроэнергии. В том же году Александров начал проектировать его.

Сейчас трудно установить, обращался ли тогда Курчатов в правительство с предложением построить небольшую атомную электростанцию, но Александров мне говорил, что Берия запретил ему до испытания бомбы начинать проект даже атомной подводной лодки, столь важной для вооружения флота. Однако уже в сентябре 1949 г., менее чем через месяц после взрыва первой бомбы, Сталин подписал подготовленный Курчатовым проект Постановления правительства о сооружении первой в мире атомной электростанции, и эта станция, как

известно, была введена в строй летом 1954 г. в Обнинске.

Вскоре после начала работ по атомной электростанции, а именно летом 1950 г., возникла идея о методе возбуждения не взрывной, а управляемой термоядерной реакции как источника энергии для мирного ее использования.

Не могу забыть тот восторг, с которым Курчатов встретил предложение Сахарова и Тамма в конце 1950 г. о магнитном термоядерном реакторе — МТР. В тот период в Арзамасе-16 у Харитона шла напряженная работа по проектированию первой в мире водородной бомбы и развитию вариантов плутониевых и урановых бомб. Несмотря на загрузку работой над бомбами, Курчатов ежедневно уделял время МТР, пропагандируя в правительственных кругах необходимость организации исследований по управляемому термоядерному синтезу. Привлекая теоретиков и экспериментаторов к работе над этим вопросом, он готовил проект Постановления правительства по проблеме МТР. Когда, наконец, 5 мая 1951 г. Сталин подписал Постановление, в котором проблема управляемого термоядерного синтеза была включена в число важнейших государственных задач, и Курчатов убедился, что начало экспериментов обеспечено и дело пойдет и без его ежедневного внимания, он вновь целиком занялся бомбами.

ИСПЫТАНИЕ ВОДОРОДНЫХ БОМБ

Тем временем поступали сообщения о новых американских атомных взрывах на островах Тихого океана. А в Арзамасе-16 Сахаров с сотрудниками успешно вели расчеты термоядерной бомбы, и Курчатов все больше времени проводил там. Но, возвращаясь в Москву, он тотчас же шел в лаборатории своего института, начавшие эксперименты по нагреву плазмы газового разряда с целью возбуждения управляемого термоядерного синтеза.

Наступило 12 августа 1953 г. В этот день на том же Семипалатинском полигоне под руководством Курчатова состоялось испытание первой в мире

термоядерной бомбы — «слойки» Сахарова. Успех был полный. Мощность ее была в 20 раз больше мощности плутониевой бомбы, взорванной в 1949 г., но мы уже знали, что 1 ноября 1952 г. на острове Тихого океана американцы осуществили наземный взрыв, превосходивший сахаровский раз в 25. Сахаровская «слойка» в бомбовом исполнении такую мощность обеспечить не могла, и нужна была новая идея. За несколько месяцев «терпения мысли, направленной в одну сторону»¹, Сахаров вместе с Я.Б.Зельдовичем, Ю.А.Романовым, Ю.А.Трутневым и привлеченной ими молодежью родили новый принцип конструирования водородной бомбы, названный Сахаровым «третьей идеей». Последующие месяцы творчества конструкторов облекли идею в авиабомбу, и осенью 1955 г. она была готова к испытанию. По расчетам теоретиков, выполненным в последующие годы, мощность такой сверхбомбы можно было наращивать неограниченно, хоть до миллиарда тонн эквивалентного заряда тротила, лишь умеренно поднимая ее стоимость.

Курчатов неотступно следил за развитием «третьей идеи», защищал «в верхах» ее срочную реализацию, несмотря на то, что она выходила за пределы программы, утвержденной правительством, и разрабатывалась порой даже в ущерб этой программе. Было решено испытать бомбу, сбросив с самолета на Семипалатинском полигоне. Курчатов опять был назначен руководителем испытания. Сброс бомбы с самолета должен был состояться 20 ноября. Но когда самолет поднялся в воздух, плотные облака закрыли цель, что мешало точным оптическим измерениям мощности взрыва. Сбросить бомбу было нельзя, а единственная посадочная полоса, к тому же короткая, способная принять тяжелый бомбардировщик, имелась только на аэродроме Семипалатинска, и в случае взрыва при посадке город

¹ Так определял в свое время Исаак Ньютон понятие «гений».

мог сильно пострадать. Военное командование на полигоне растерялось.

Курчатов, посоветовавшись с Сахаровым и Зельдовичем, взял всю ответственность на себя. Потребовав задержать бомбардировщик в воздухе, он помчался в автомашине на аэродром и, прибыв туда, вызвал самолет на себя. Посадка прошла благополучно. Курчатов поздравил под крылом самолета командира и экипаж с благополучным приземлением.

Через двое суток, 22 ноября 1955 г., небо было ясное, и бомба была сброшена с самолета. Разрушения, вызванные излучением и ударной волной, зданий и других инженерных сооружений, которые специально были построены в качестве мишеней на полигоне, оказались ошеломляющими. Омрачили успех две человеческие жертвы. А ведь заряд уменьшили до полутора мегатонн, чтобы сохранить бомбардировщик, сбросивший бомбу. Технические и стратегические достижения были громадны, они определили программу дальнейших работ Арзамаса-16 и Челябинска-70 на последующие годы.

Маршал М.И.Неделин возглавлял военных, участвовавших в испытании на полигоне. Вечером того же дня он пригласил к себе в домик Курчатова, Харитона, Сахарова и некоторых других — всего человек десять — и за праздничным столом предложил Сахарову произнести первый тост. Взяв бокал, Сахаров встал и произнес примерно следующее:

— Я предлагаю выпить за то, чтобы наши изделия и впредь взрывались так же успешно, как сегодня, над полигонами, и никогда — над городами.

Неделин усмехнулся, тоже поднял бокал и произнес скабресный тост, смысл которого был таков: вы, мол, — ученые, инженеры, рабочие — изобретайте и делайте оружие, а мы, находящиеся на вершине военной и политической власти, будем без вашего контроля решать, где и для чего его употреблять.

Тост Неделина, как вспоминал Сахаров, оставил у него «на много лет ощущение удара хлыстом. Все тогда в комнате замерли. Затем заговорили неестественно громко...».

Впечатления от испытания самого страшного оружия в истории человечества и этот тост изменили ход мыслей и действий Сахарова и Курчатова, — но по-разному. Сахаров, с одной стороны, видимо, по молодости увлеченный своими успехами (ему было всего 34 года) и, с другой, убежденный в необходимости паритета в вооружениях СССР и США, продолжал совершенствовать оружие. Но все сильнее его стали мучить вопросы морали, приведшие его лет через десять к участию в движении в защиту прав человека. Курчатов же сразу определил для себя как самое главное работы по мирному использованию энергии атомного ядра и деятельность по восстановлению научных контактов с учеными разных стран, прерванных войной и сталинской политикой изоляции.

С полигона Курчатов вернулся в Москву подавленным. В день возвращения он долго беседовал с А.П.Александровым. Содержание их беседы нам не известно, и Александров донес до нас только заключение Курчатова:

— Это оружие никогда не должно быть применено.

Через день он посетил лаборатории, развивавшие в его институте исследования по МТР, и ушел неудовлетворенным. Слишком рассеялось, по его мнению, внимание в разные стороны от основной цели. Исследования предложенной Сахаровым модели тороидального реактора велись только на единственной установке «ТМП» (тороид с магнитным полем) Явлинским и мною с сотрудниками. Направленность ряда других экспериментов была, по его мнению, нечеткой — не фундаментальные исследования и не реакторные вопросы.

Вскоре Курчатов позвал меня к себе в домик на территории института и, бродя со мной по дорожкам сада, стал размышлять о положении работ в «термояде». Он говорил, что авиация, например, развивалась вместе с газодинамикой и пользовалась плодами работ великих талантов, а наука о термоядерной плазме находится еще только в зачаточном состоянии, и на создание ее не хватит не только сил одного нашего

института, единственного в стране ведущего исследования по МТР, но и всех институтов Советского Союза. Подчеркнул, что это проблема международного масштаба и необходимо сотрудничество в ней ученых всего мира.

Через несколько дней по пути в Минсредмаш Курчатов рассуждал о том, как Г.Н.Флерова увлекли задачи синтеза далеких трансуранов. Эта работа достойна поддержки, но мала для нашего института, и Флерову будет лучше выполнять ее в Дубне, а «термояд» должен превратиться в главную нашу научную задачу. Урановые реакторы мы уже научились строить, плутония и трития для бомб промышленность производит достаточно, и в отличие от того, что думали вначале, для их производства МТР не нужен. Термояд надо развивать как неисчерпаемый источник энергии для мирных целей. Несомненно, подобные беседы он вел со многими и, слушая мнения собеседников, формировал свои планы.

Еще через несколько дней он вызвал меня в свой рабочий кабинет и сказал, что намерен собрать два больших совещания. Одно — по обсуждению постройки ускорителей, другое — по МТР. Результатом первого было создание в Дубне во главе с Флеровым Института ядерных проблем с циклотроном, ускоряющим многозарядные ионы для получения далеких трансуранов, и постройка в нашем институте электронного ускорителя для нейтронного селектора с целью детального измерения сечений взаимодействия нейтронов с атомными ядрами, важных и для проектирования реакторов атомных электростанций, и для фундаментальных исследований атомного ядра.

Второе совещание было по существу первой всесоюзной конференцией по МТР, работы по которому велись тогда строго секретно. Оно собрало очень широкий круг участников: впервые на обсуждение МТР прибыло около двухсот человек. Кроме нескольких десятков физиков, работавших в институте под руководством Арцимовича и Леонтовича, он пригласил наших теоретиков и экспериментаторов, заня-

тых атомным ядром и разделением изотопов. Впервые были приглашены физики Ленинградского и Харьковского физико-технических институтов, сотрудники ФИАНа, а также участвовавшие в создании только что испытанной сверхбомбы наиболее активные физики Арзамаса-16 и сотрудники Института прикладной математики в Москве. Кроме того Курчатов пригласил сотрудников Минсредмаша и аппарата Совета Министров, от которых зависела реализация постановлений правительства по МТР.

Курчатов еще до Харуэлла передал заботы по созданию атомных подводных лодок и ледоколов в надежные руки А.П.Александрова, а все свои силы, авторитет и энтузиазм после того самого 22 ноября 1955 г. направил на атомные электростанции, управляемый термоядерный синтез, возрождение генетики, важной в исследованиях воздействия излучения на живые организмы. И, конечно, — на восстановление контактов с международным научным сообществом.

Крупнейшие ученые, собранные в конце 40-х — начале 50-х годов в Арзамасе-16 для создания водородной бомбы — И.Е.Тамм, Н.Н.Боголюбов и другие, а позже и главный теоретик плутониевой атомной бомбы Я.Б.Зельдович — один за другим покидали Арзамас-16, возвращаясь в «большую науку». А.Сахаров, считавший безусловно необходимым для предотвращения войны паритет в вооруженных силах Советского Союза и Соединенных Штатов Америки, продолжал оставаться в Арзамасе-16, отвечая друзьям, покидавшим его: «Я здесь нужнее».

В это время Курчатов часто встречался с Хрущевым, который, по его рассказам, в отличие от Сталина очень старался понять по существу устройство ядерного оружия и проблемы мирного применения энергии атомного ядра. Хрущев высказал тогда свое пожелание сделать Курчатова своим советником по науке и атомной энергии. В январе 1956 г. Курчатов сообщил нам, что Хрущев намерен скоро посетить Англию для заключения соглашения о расширении научно-технических связей и торговли с нею

и хочет взять его с собой для ознакомления с английскими работами по атомной энергии, а также для выступления с лекциями, которые способствовали бы контактам по промышленному использованию атомной энергии. Позже Хрущев сам ознакомился с подготовленными для Англии докладами Курчатова, одобрил их и привез его в 1956 г. в Харуэлл.

Хорошо известно, что Н.С.Хрущев, став главой государства, начал с крупных прогрессивных действий: развенчания «культы личности» Сталина, освобождения и реабилитации миллионов жертв ГУЛАГа, массового жилищного строительства и других шагов, высоко поднявших его авторитет как внутри страны, так и за ее пределами. Но из-за недостатка общей культуры и образования он переоценил свою роль в международной политике.

Потерпев фиаско на заседании ООН, во встрече с президентом США Д.Эйзенхауэром летом 1960 г. во Франции, в реформе управления страной совнархозами и в других менее крупных инициативах, он ожесточился и выдвинул девиз: «Международную политику надо вести с позиции силы».

Узнав от физиков о возможности неограниченного увеличения мощности термоядерной сверхбомбы, Хрущев не задумавшись утвердил проект создания стомегатонной бомбы с тем, «чтобы она, как дамочков меч, висела над капиталистами».

Сахаров, уже «раненый» тостом маршала Неделина, все же возглавил расчеты по бомбе, но настоял на ее испытании с половинным зарядом в 50 Мт, ибо это давало возможность во много раз сократить число невинных жертв на Земле от поражения радиоактивностью, разносимой ветром. Бомба была взорвана на Новой Земле 30 октября 1961 г. и за секунды выжгла площадь около 30 тыс. км². Взрыва такой мощности на Земле больше не было.

Испытания наших сверхбомб ускорили изготовление и испытания разных их вариантов в США. Над миром все более сгущалась угроза всеобщего уничтожения в термоядерной войне.

Главными действующими лицами в этой гонке у нас были создатели оружия

и руководство страны: Курчатов, Сахаров, Харитон, Хрущев, Брежнев, высшее воинское командование и высший партийный орган — Политбюро КПСС.

НАЧАЛО КОНЦА ХОЛОДНОЙ ВОЙНЫ

Медленно, год за годом Сахаров все более осознавал свою роковую роль в создании оружия всеобщего уничтожения, быстро накапливавшегося в арсеналах. В поисках спасения от катастрофы он обращается в начале 1968 г. с призывом к широким кругам мыслящих людей вместе искать пути преодоления нарастающей всемирной угрозы. Это — его знаменитые «Размышления о прогрессе, мирном сосуществовании и интеллектуальной свободе», изданные за границей во многих миллионах экземпляров на разных языках мира, но не понятые руководителями КПСС и напугавшие их. Отстраненный за этот призыв от работы в Арзамасе-16, Сахаров переключился полностью на правозащитное движение и космологию, в которую он внес за годы общественной деятельности значительный вклад.

Продолжавшаяся деградация нашей централизованной плановой экономики, провалы неоднократно объявлявшихся продовольственных программ, перегрузка промышленности заказами Военно-промышленного комплекса, особенно возросшими при объявлении в США программы «звездных войн» (разработки глобальной системы защиты от ракет с термоядерными боеголовками), при сокращении производства товаров массового потребления привели к тому, что наконец руководители государства поняли необходимость перемен.

Генеральный секретарь ЦК КПСС М.С.Горбачев, первый среди руководящих деятелей, осознал необходимость нового мышления и активного действия. Он, видимо, понял, наконец, то, о чем писал Сахаров в своих «Размышлениях». Понял, что расхождение партийных идеологий и классовые противоречия — пустяки по сравнению с неотложными общечеловеческими проблемами, решение которых необходимо для продолже-

ния жизни на Земле: остановкой роста населения земного шара, угрозой голода миллиардов жителей, угрозой экологической катастрофы, истощением минеральных запасов полезных ископаемых и топлива и, наконец, угрозой всеобщей гибели в «термоядерной зиме», которая может наступить вследствие идеологического противостояния, ведущего от «холодной войны» к «горячей» — термоядерной. Понял то, о чем все громче и громче во всех странах мира били тревогу экономисты, экологи, государственные деятели, но что оставалось за пределами внимания приверженцев различных религиозных доктрин — христианства, ислама, коммунизма и др. Каждый имеет право проповедовать свое недоказуемое «откровение», но только при условии, что оно не призывает к войне и к насилию над инакововерующими.

Когда после 1917 г. борьба за мировую революцию осуществлялась при помощи тачанок, буденновской конницы и посредством расстрелов по приговорам «троек», это было, по теперешним меркам, локальным кровопролитием. Идеологическое противостояние сейчас, в эру термоядерных сверхбомб, стало дорогой ко всеобщему самоубийству. Видимо, Горбачев это понял и от противостояния в «холодной войне» повел Советский Союз в мировое сообщество.

Сегодня мы, занятые проблемами ядерной энергии, будь то синтез легких или деление тяжелых атомных ядер, в миллионы раз более концентрированной, чем химическая энергия, доступная нашим предшественникам, понимаем, что перешли в новую эпоху развития человеческого общества.

Ядерную энергию может с успехом применять только открытое общество, свободно обменивающееся с другими информацией о своих успехах и неудачах. Мы поняли, что чернобыльская катастрофа явилась результатом нашей изоляции, «железного занавеса», отделявшего нашу страну от всего человечества, а также милитаризации нашей экономики.

В наш ядерный век земной шар стал маленьким. Ядерный взрыв или

авария на атомной электростанции угрожает всем людям Земли бедствиями, не знающими государственных границ. Поэтому сохранить жизнь на Земле можно только в едином мирном сообществе, войдя в него без конфликтов, развиваясь эволюционно.

Обсуждение путей перехода к такому обществу неотделимо от темы знаменитой лекции Курчатова в Харуэлле. Проблема управляемого ядерного синтеза, рожденная гигантским трудом выдающихся талантов, создавших чудовищные по мощности и разрушениям термоядерные сверхбомбы, — сама от рождения ЭПОХАЛЬНА. Значение управляемого ядерного синтеза для благополучия людей на Земле огромно. Овладение им остается важнейшей проблемой всемирного масштаба — она все еще не доведена до практического воплощения.

Призыв Курчатова, обращенный к научному сообществу в Харуэлле 40 лет тому назад, объединить силы ученых всего мира для применения ядерного синтеза во благо, а не для уничтожения людей, нарастает в своем значении в наши дни и будет нарастать в XXI в. по мере истощения запасов наиболее чистого ископаемого топлива (нефти и газа) и ужесточения экологической обстановки.

Управляемый синтез легких ядер получит широкое применение, когда вместо синтеза дейтерия с тритием — основы взрывов термоядерных бомб — будут освоены реакции «чистого» синтеза без освобождения нейтронов. Этот путь приоткрыт трудами исследователей за последнее десятилетие и по нему предстоит идти.

Начинать все же приходится с наиболее легко осуществимого, но не забывающего от радиационной опасности дейтерий-тритиевого синтеза на установке ITER, чтобы в его проектировании, сооружении и экспериментальной эксплуатации приобрести необходимый опыт для перехода к более напряженным режимам сжигания ^3He и ^{11}B . Это топливо обеспечит людей всей Земли энергией на тысячи лет и освободит от тревоги, связанной с радиоактивностью.

Световая волна бежит вдоль поверхности

М. Н. Либенсон



Михаил Наумович Либенсон, доктор физико-математических наук, профессор, начальник лаборатории фотофизики поверхности Государственного оптического института им. С.И.Вавилова, профессор кафедры лазерной технологии и экологического приборостроения Санкт-Петербургского Государственного института точной механики и оптики (Технического университета). Член Международного общества по оптической технике и Российского оптического общества им. Д.С.Рожественского. Лауреат Государственной премии СССР, Заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, Соросовский профессор. Область научных интересов — теория взаимодействия интенсивного лазерного излучения с веществом, лазерно-индуцированные неустойчивости и самоорганизация, лазерная химия, поверхностные электромагнитные волны, ближнеполевая оптика.

ФИЗИЧЕСКАЯ оптика, сильно изменившаяся после появления лазеров и голографии, в последнее десятилетие пополнилась новым перспективным разделом — оптикой поверхностных электромагнитных волн (ПЭВ). В определенных условиях такие волны распространяются вдоль границы раздела двух разнородных сред и обладают отличными от обычных (объемных) электромагнитных волн свойствами.

Теоретически ПЭВ известны с начала нашего века. Их некоторые свойства и структура поля изучены еще А.Зоммерфельдом. Однако представления о ПЭВ долгое время были достоянием узкого круга специалистов и, за исключением радиофизики, практически нигде не использовались. Гораздо лучше известны поверхностные акустические волны, с которыми в жизни сталкивался, наверное, каждый.

Оптики заинтересовались ПЭВ в 70-х годах, когда физики научились их возбуждать лазерным излучением и обнаруживать различными методами. В настоящее время исследования ПЭВ развиваются достаточно динамично и область их применения постоянно расширяется, что обусловлено уникальными свойствами таких волн: высокой пространственной локализацией и возможностью значительного усиления напряженности поля в ПЭВ.

Научный интерес к изучению ПЭВ оптического диапазона связан также с тем, что они могут эффективно возбуждаться светом на реальной поверхности и существенно влиять на разнообразные поверхностные явления. Среди них — и рассеяние света адсорбированными на поверхности частицами, и генерация

© Либенсон М.Н. Световая волна бежит вдоль поверхности. (Статья подготовлена на основе обзорной лекции для соросовских учителей.)

второй гармонике при отражении лазерного излучения от металла, и изменение поглощения, и фотохимические реакции, а также физико-химические процессы, сопровождающие действие на поверхность интенсивного лазерного излучения, — в первую очередь образование поверхностных периодических структур. Практический интерес к ПЭВ и другим поверхностным электромагнитным возбуждениям (например, резонансным волноводным модам и поверхностным плазмонам) вызван новыми возможностями, открывающимися при их использовании в оптической спектроскопии, нелинейной оптике, технологии, а в последнее время — и в микроскопии сверхвысокого разрешения.

Ниже мы рассмотрим основные свойства и характеристики ПЭВ оптического диапазона, способы их возбуждения и особенности распространения¹.

СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЭВ ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА

Поверхностными электромагнитными волнами, или поверхностными поляритонами, называются волны, распространяющиеся вдоль границы раздела двух разнородных сред и существующие одновременно в них обеих. Поля, переносимые этими волнами, локализованы вблизи поверхности и затухают по обе стороны от нее. В отличие от объемных, чисто поперечных электромагнитных волн ПЭВ являются частично продольными волнами ТМ-типа². Электрический вектор \mathbf{E}

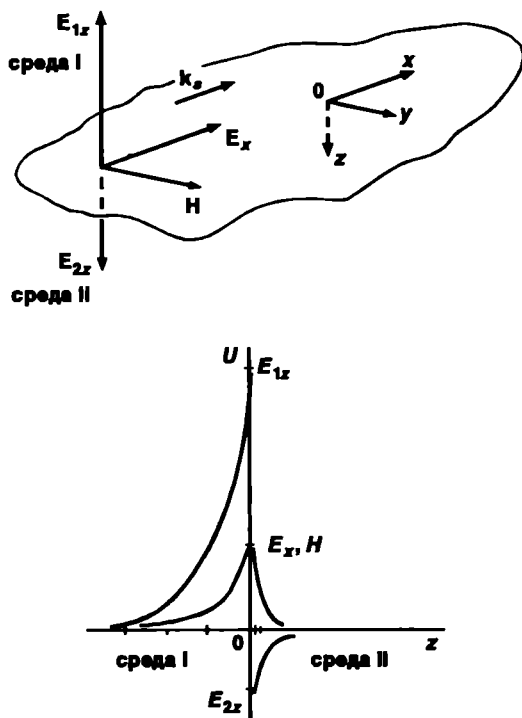


Рис.1. Поверхностные электромагнитные волны: вверху — ориентация электрического и магнитного векторов ПЭВ, бегущей вдоль поверхности в направлении оси x ; внизу — распределение полей ПЭВ в плоскости, перпендикулярной направлению распространения, для компонент E_x и $H_y=H$, изменяющихся при $z=0$ непрерывно, и для для компоненты E_z , испытывающей при $z=0$ скачок (показано цветом).

имеет две составляющие (рис.1, вверху): E_x — вдоль волнового вектора³ ПЭВ \mathbf{k}_s и E_z — перпендикулярно поверхности; магнитный вектор \mathbf{H} перпендикулярен направлению распространения волны и лежит в плоскости поверхности. Интересно, что с формальной точки зрения ПЭВ описываются обычными волновыми уравнениями со стандартными граничными условиями, но являются их особым решением. Распределение каждой из компонент U электрического и магнитного полей на частоте ω в плоской ПЭВ, бегущей вдоль оси x , имеет вид

³ Вектор, ориентированный вдоль направления распространения волны и по модулю равный отношению ее частоты к фазовой скорости.

¹ Применениям ПЭВ для анализа поверхности материалов, в микроскопии и литографии высокого разрешения, а также их влиянию на силовое действие лазерного излучения в режимах, используемых для обработки материалов, будет посвящена отдельная лекция в одном из следующих номеров журнала.

² Электромагнитные волны в соответствии с направлением электрической и магнитной составляющих их полей делятся на три типа: ТЕМ-волны — не имеющие продольных компонент полей, а только поперечные; ТЕ-волны — электрическое поле которых имеет лишь поперечную компоненту, а магнитное — и поперечную, и продольную; ТМ-волны — со строго поперечным магнитным полем и электрическим полем, содержащим обе компоненты.

$$U = U_0 \exp(\pm \kappa_{1,2} z) \cos(\omega t - k_s x), \quad (1)$$

где U_0 — амплитуда; $\kappa_1 > 0$ и $\kappa_2 > 0$ — коэффициенты затухания ПЭВ в средах I и II; t — время.

Знак «+» относится к среде I ($z \leq 0$), «-» — к среде II ($z \geq 0$, рис. 1, внизу). При заданной амплитуде H магнитного вектора амплитуды остальных компонент равны:

$$E_x = \frac{1}{\sqrt{-(\epsilon_1 + \epsilon_2)}} H,$$

$$E_{1z} = \sqrt{\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1(\epsilon_1 + \epsilon_2)}} H, \quad E_{2z} = \sqrt{\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2(\epsilon_1 + \epsilon_2)}} H, \quad (2)$$

где $\epsilon_1 = \epsilon_1(\omega)$, $\epsilon_2 = \epsilon_2(\omega)$ — диэлектрические проницаемости граничащих сред на частоте ω . При этом электрическая компонента E_x сдвинута относительно магнитного вектора на 90° , а E_{1z} — на 180° .

Постоянная распространения ПЭВ k_s отличается от волнового числа света $k_0 = \omega/c_0$, где c_0 — скорость света в вакууме, и через диэлектрические проницаемости обеих сред зависит от частоты:

$$k_s = k_0 \sqrt{\frac{\epsilon_1 \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2}}. \quad (3)$$

Эта дисперсионная зависимость описывает свойства поверхностных поляритонов и определяет, в частности, их фазовую и групповую скорости. Другой важный параметр ПЭВ — толщины слоев $l_{1,2} = 1/\kappa_{1,2}$, в которых локализованы волны и переносится энергия по каждой из сред I и II, также зависят от их диэлектрических проницаемостей и тем самым от частоты света

$$\kappa_1 = k_s \sqrt{-\frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}}, \quad \kappa_2 = k_s \sqrt{-\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}} \quad (4)$$

Если считать, что потери энергии ПЭВ при ее распространении вдоль поверхности пренебрежимо малы, то параметры k_s , κ_1 и κ_2 должны быть вещественными положительными числами. Тогда из формул (3) и (4) следует, что ПЭВ могут существовать и распространяться только вдоль гра-

ниц раздела сред с диэлектрическими проницаемостями разных знаков. Если, например, в среде I $\epsilon_1 > 0$, то диэлектрическая проницаемость среды II (или при более строгом рассмотрении ее действительная часть $\text{Re}\epsilon_2$) должна быть отрицательной, причем

$$\epsilon_2 < 0; \quad |\epsilon_2| > \epsilon_1. \quad (5)$$

Такая среда называется поверхностно-активной средой (ПАС), а частотный диапазон, в котором $\text{Re}\epsilon(\omega) < 0$, — областью аномальной дисперсии. Ниже мы приведем примеры таких сред.

Еще один важный вывод, вытекающий из соотношений (3) и (4), заключается в том, что затухание ПЭВ в граничащих средах не обязательно связано с потерями энергии, так как существует и при отсутствии в них поглощения ($\text{Im}\epsilon_{1,2} = 0$). В этом случае затухание объясняется эффективным «вытеснением» поля волны из объема сред к поверхности их раздела. Из (5) следует также, что

$$k_s > k_0, \quad \kappa_1 < \kappa_s < \kappa_2. \quad (6)$$

Последнее неравенство означает, что энергия ПЭВ в основном сосредоточена в поверхностно-неактивной среде I ($\epsilon_1 > 0$) и преимущественно переносится вдоль направления распространения волны k_s . В то же время благодаря продольной компоненте электрического вектора E_x энергия в ПЭВ циркулирует и через поверхность из одной среды в другую⁴. Наличие потерь (например, поглощения в среде II или рассеяния на шероховатой границе), а также адсорбированных слоев и тонких пленок на поверхности приводит к ограничению длины пробега волны L вдоль k_s .

Обычно в оптике имеют дело с ПЭВ на границе поверхностно-активной среды с воздухом ($\epsilon_1 = 1$) или другим прозрачным диэлектриком. Неравенства

⁴ В таком характере переноса энергии легко убедиться, рассматривая взаимную ориентацию электрических и магнитного векторов поля ПЭВ на рис. 1, вверху.

(5) при этом выполняются для металлов и легированных полупроводников с высокой концентрацией свободных носителей, у которых область аномальной дисперсии диэлектрической проницаемости охватывает весь ИК, а для металлов — и видимый диапазон частот. ПЭВ могут также возбуждаться на поверхности полупроводников и диэлектриков в среднем ИК-диапазоне, где аномальная дисперсия обусловлена непосредственным взаимодействием света с фононами. Соответствующие ПЭВ называются также поверхностными фонон-поляритонами. Существуют ПЭВ и в области экситонного поглощения в полупроводниках.

Повышенный интерес в течение последних лет проявляется к ПЭВ, возбуждаемым на границе между воздухом и средами с высокой проводимостью (металлами и полупроводниками). Эти ПЭВ называют также поверхностными плазмон-поляритонами, поскольку отрицательный знак $\text{Re}\epsilon$ здесь обусловлен доминирующим вкладом электронного газа (плазмы) в поляризуемость вещества. Как известно из физики твердого тела, оптические свойства электронного газа зависят от соотношения между следующими характеристическими частотами: плазменной частотой ω_p , частотой электронных столкновений γ и частотой света. В этом случае в оптическом диапазоне частот $\omega \sim 10^{14} - 10^{15} \text{ с}^{-1}$ для металлов ($\omega_p \sim 10^{16} \text{ с}^{-1}$, $\gamma \sim 10^{13} - 10^{14} \text{ с}^{-1}$) выполняется условие $\gamma < \omega < \omega_p$, при котором $\text{Re}\epsilon_2 \approx \epsilon_1 - \omega_p^2/\omega^2$ и

$$k_x \approx k_0 \left(1 + \frac{\omega^2}{2\omega_p^2} \right), \quad (7)$$

$$k_1 = k_0 \frac{\omega}{\omega_p}, \quad k_2 = k_0 \frac{\omega_p}{\omega}.$$

Поскольку $|\epsilon| \gg 1$, относительные отклонения величины k_x от k_0 на длине волны $\lambda \approx 1 \text{ мкм}$ (вблизи длины волны излучения неодимовых лазеров) не превышают 10^{-2} , а при $\lambda = 10.6 \text{ мкм}$ (лазер на углекислом газе) — 10^{-4} . Такие ПЭВ захватывают в металле на глубине

$$l_2 = 1/k_2 \sim c_0/\omega_p \sim 10^{-6} \text{ см},$$

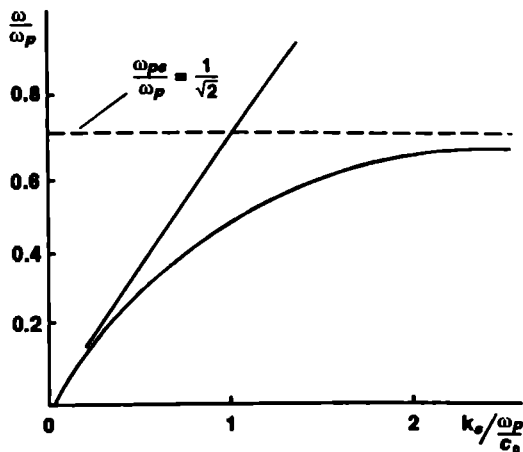


Рис.2. Дисперсионная кривая поверхностных плазмонполяритонов на границе раздела металл—вакуум (изобразена цветом; ω_p — плазменная частота электронов, ω_{ps} — предельная частота поверхностного поляритона). Показана также световая линия $\omega = c_0 k_x$.

совпадающей с глубиной скин-слоя δ (т.е. с глубиной проникновения в металл объемной волны), а в воздухе сосредоточены в слое

$$l_1 = 1/k_1 \approx \delta (\omega_p/\omega)^2 \sim (10^2 - 10^4) \delta \sim 1 - 100 \text{ мкм}$$

в зависимости от частоты. Фактически здесь металл играет роль открытого волновода для ПЭВ, которая пробегает по его поверхности путь, ограниченный лишь различного рода потерями. Если основной вклад в потери вносит поглощение света в металле, то длина пробега равна

$$L = \frac{c_0}{\gamma} \frac{l_1}{l_2} \quad (8)$$

и в средней ИК области ($\lambda \sim 10 \text{ мкм}$) достигает 1—5 см. Из выражения (2) следует, что из компонент электрического вектора ПЭВ наибольшей является E_{1z} , причем в данном случае

$$E_{1z} \approx -H, \quad \left| \frac{E_x}{E_{1z}} \right| = \left| \frac{E_{2z}}{E_x} \right| = \frac{\omega}{\omega_p} \ll 1.$$

На рис.2 приведена типичная дисперсионная кривая $\omega(k_x)$ для поверхностных плазмон-поляритонов на

границе металл — воздух, следующая из формулы (3). Видно, что отклонение этой кривой от прямой, отвечающей распространению обычного света в вакууме, растет с частотой, причем и фазовая и групповая скорости волны

$$V_{ph} = \omega(k_s) / k_s, \quad V_{gr} = d\omega / dk_s$$

уменьшаются. Это свидетельствует об усилении роли продольной компоненты поля волны на высоких частотах, когда ПЭВ становится все менее «фотоноподобной». Предельная частота поверхностного поляритона здесь равна частоте

$$\omega_{ps} = \omega_p / \sqrt{2} \sim (5-10) \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1}$$

чисто «продольного» возбуждения в электричном газе — частоте локализованного поверхностного плазмона.

Хотя ПЭВ является собственной модой плоской границы раздела, для ее возбуждения светом нужны специальные условия, поскольку волновой вектор ПЭВ k_s больше волнового вектора света k_0 на той же частоте — см. рис.2 и формулу (6). К настоящему времени разработано два эффективных метода возбуждения ПЭВ светом (рис.3): призмный и решеточный.

ПРИЗМЕННЫЙ МЕТОД ВОЗБУЖДЕНИЯ ПЭВ

Преобразование света в ПЭВ призмным методом основано на явлении нарушенного полного внутреннего отражения при падении p -поляризованного⁵ излучения на ПАС со стороны оптически более плотной среды. Угол падения θ выбирается из известного в оптике условия

$$\theta > \arcsin(\epsilon_1 / \epsilon_3)^{1/2},$$

где ϵ_3 — диэлектрическая проницаемость материала призмы ($\epsilon_3 > \epsilon_1$). Метод существует в двух модификациях: в геометрии Отто, и в геометрии Кречманна (рис.3, вверху, в сере-

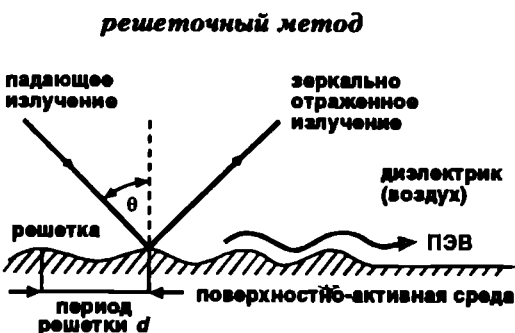
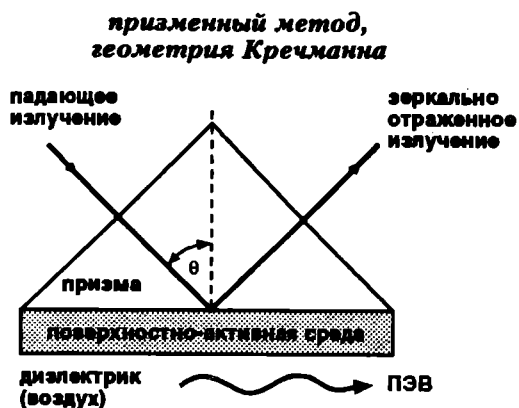
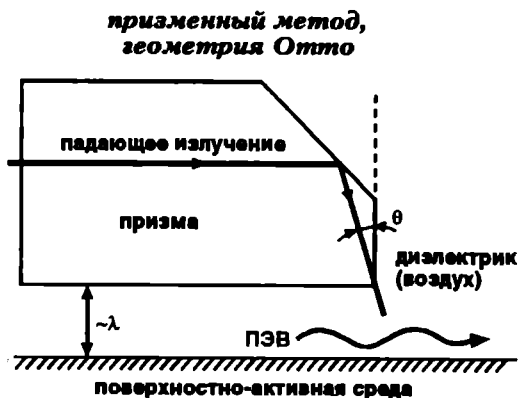


Рис.3. Три метода возбуждения ПЭВ светом; l — зазор размером $\sim \lambda$; d — период решетки.

⁵ p -поляризация — поляризация в плоскости падения, в которой лежат электрический и волновой векторы волны.

д и н е). Этим методом ПЭВ возбуждается на гладкой поверхности, поскольку при трансформации объемного излучения в ПЭВ удастся согласовать их волновые векторы. В большинстве случаев источниками света в соответствующих устройствах для генерации ПЭВ являются лазеры. Эффективность преобразования падающего объемного излучения в ПЭВ в схеме Отто, наиболее применимой для ИК-области спектра (CO_2 -лазеры), достигает десятков процентов, а в геометрии Кречманна для видимого света практически доходит до 100%. Однако в последнем случае вывод ПЭВ за пределы призмы затруднен, и ПАС обычно наносится на ее грань в виде тонкой пленки. Обратное преобразование ПЭВ в объемное излучение также возможно с помощью призм.

Двупризменный метод возбуждения и детектирования ПЭВ в геометрии Отто успешно используется в ИК-спектроскопии твердого тела. Длина пробега ПЭВ вдоль поверхности здесь может достигать нескольких сантиметров и оказывается весьма чувствительной к процессам в поглощающем слое, состоянию поверхности и его изменениям, наличию адсорбированных слоев, пленок, шероховатости и др. Это дало возможность исследовать поверхности и границы раздела с помощью ПЭВ, а также

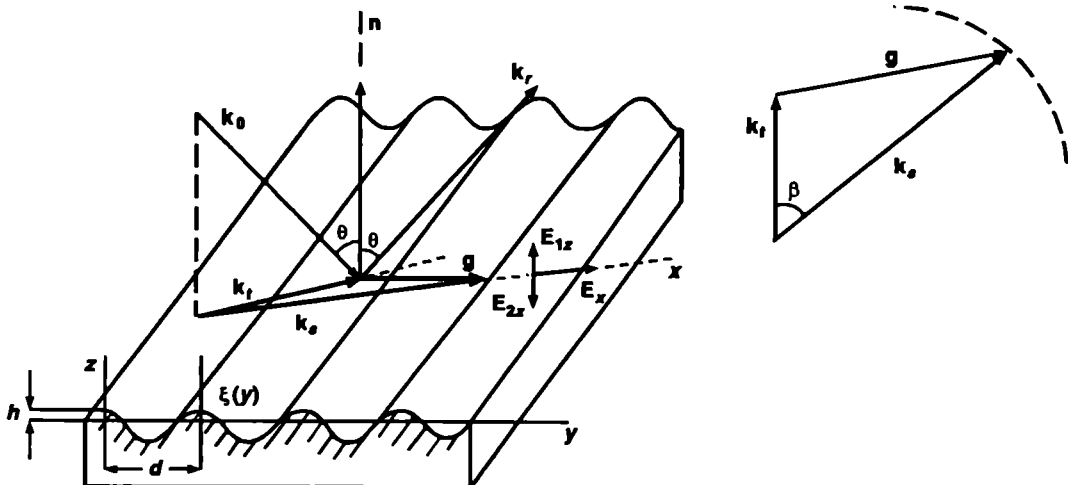
осуществлять прецизионные оптические измерения, например определять с точностью не хуже 10% малое поглощение высоко отражающих металлических зеркал со значениями коэффициента поглощения до 0.01.

ДИФРАКЦИОННОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ ПЭВ НА РШЕТКАХ

Свойством возбуждать ПЭВ обладают и дифракционные решетки, нанесенные на поверхностно-активную среду (рис.3, нижний) и рассеивающие излучение под определенными углами. Когда при некоторых углах падения света θ дифрагированная волна оказывается направленной вдоль поверхности, она представляет собой ПЭВ. Волновой вектор \mathbf{g} соответствующей, так называемой резонансной, гармонической решетки⁶ связан с волновым вектором

⁶ Волновой вектор решетки с периодом d направлен перпендикулярно ее штрихам и по модулю равен $2\pi/d$.

Рис.4. Взаимная ориентация (справа — круговая диаграмма) векторов, определяющих преобразование света в ПЭВ на гармонической решетке $\xi(y) = h\cos(gy)$ с амплитудой h , пространственной частотой g и периодом $d = 2\pi/g$. k_0 — проекция волнового вектора \mathbf{k}_0 на плоскость поверхности; \mathbf{k}_s — волновой вектор ПЭВ; \mathbf{k}_r — волновой вектор отраженного излучения; \mathbf{g} — волновой вектор решетки; \mathbf{n} — нормаль к усредненной поверхности; θ — угол падения света. Пунктиром очерчена часть окружности радиуса k_s на круговой диаграмме.



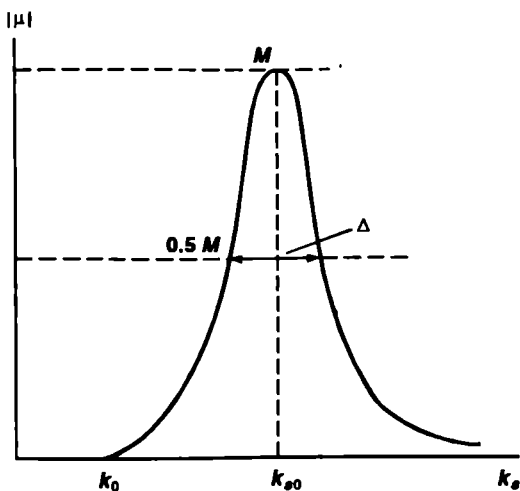


Рис. 5. Зависимость модуля коэффициента преобразования $|\mu|$ излучения в ПЭВ от волнового числа возбуждения k_s при условии нормального падения излучения на решетку с пространственной частотой $g = k_s$.

ПЭВ k_s и векторной проекцией k_t волнового вектора излучения k_0 на поверхность (рис. 4, слева) равенством

$$k_t + mg = k_s; \quad m = 1, 2, \dots; \quad k_t = k_0 \sin \theta. \quad (9)$$

Оно выражает закон сохранения импульса (иначе — условие фазового синхронизма) при преобразовании света в поверхностные поляритоны без изменения частоты. В выражении (9) m — порядок дифракции, который ниже считается равным единице. Взаимную ориентацию векторов k_t , k_s и g удобно поясняет круговая векторная диаграмма (рис. 4, справа). С ее помощью легко найти модуль вектора g и период d резонансной решетки, на которой при данном угле падения света возбуждается ПЭВ, распространяющаяся под углом β к вектору k_t :

$$g = k_0 (\sin^2 \theta + \eta^2 - 2\eta \sin \theta \cos \beta)^{1/2}, \quad d = 2\pi/g. \quad (10)$$

Здесь $\eta = k_s/k_0$ — показатель преломления границы для ПЭВ; причем, согласно выражению (6), $\eta \approx 1$.

В простейшем, но часто встреча-

ющемся случае, когда ПЭВ распространяется поперек штрихов решетки ($\beta = 0$ или π), период решетки должен быть равен:

$$d = \lambda / (\eta \pm \sin \theta). \quad (11)$$

В предшествующее десятилетие была построена количественная теория преобразования света в ПЭВ на периодических решетках. Из нее следует, что для излучений p - и s -поляризации⁷ продольная компонента поля ПЭВ на поверхности E_x и действующее внешнее поле E_t пропорциональны друг другу, а соответствующий коэффициент пропорциональности в первом приближении линейно зависит от высоты h резонансной гармоничной решетки. Для случая нормального падения излучения эта связь наиболее проста:

$$E_x = \mu h E_t. \quad (12)$$

Параметр μ называется коэффициентом преобразования и является комплексной величиной, зависящей от волнового числа поверхностного поляритона k_s . Модуль этого параметра $|\mu|$, рассматриваемый как функция k_s , фактически описывает форму линии возбуждения поверхностного поляритона когерентным излучением при нормальном падении на резонансную решетку ($g = k_s$). Ее типичный вид для поверхностного плазмон-поляритона на границе металл—воздух показан на рис. 5. Центр линии $k_s = k_{s0}$ практически совпадает с волновым числом «идеального» возбуждения, определяемым соотношением (3), а значение $|\mu|$ в максимуме линии M и ее ширина Δ определяются диссипативными потерями в скин-слое металла. При этом

$$M = 2\omega / \delta \gamma, \quad \Delta = 1/\sqrt{2} L. \quad (13)$$

Для определенности отметим, что первая из формул (13) справедлива

⁷ s -поляризация — поляризация в плоскости, перпендикулярной плоскости падения; при этом в плоскости падения лежат волновой и магнитный векторы.

только для ближней ИК-области спектра. Если принять, например, что ПЭВ возбуждается на длине волны 1 мкм при нормальном падении света на резонансную решетку, то, как это следует из (13),

$$\Delta \approx 50 - 200 \text{ см}^{-1}, M \sim 10^7 \text{ см}^{-1}.$$

Отсюда следует, что поляритонная линия достаточно узкая, а продольное электрическое поле ПЭВ E_x сравнивается с полным полем на поверхности E_t при значениях высоты резонансной решетки всего лишь

$$h \sim 10^{-3} \lambda \sim 10^{-7} - 10^{-6} \text{ см (!)}.$$

На решетках большей высоты поле ПЭВ может превысить возбуждающее световое поле в десятки раз, что не противоречит никаким законам сохранения.

Эти результаты, оказавшиеся неожиданными для оптики, свидетельствуют о реальной возможности *значительного электродинамического усиления светового поля на поверхности с резонансной решеткой*, хотя преобразование в ПЭВ — чисто линейный по полю процесс, не зависящий от интенсивности света. Такое усиление является следствием, с одной стороны, сфазированной подкачки энергии объемной волны в ПЭВ при ее распространении вдоль резонансной решетки (отсюда — важная роль когерентности падающего излучения), а с другой — высокой локализации энергии в ПЭВ. Эффект усиления поля при возбуждении светом ПЭВ позволяет объяснить многие, неясные ранее, фотофизические явления на поверхности, протекающие в поле лазерного излучения. Наконец, все перечисленное показывает высокую энергетическую эффективность дифракционного способа возбуждения ПЭВ светом при помощи резонансных решеток.

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПЭВ

Наряду с плоскими ПЭВ важную роль в усилении поля и в оптических

процессах могут играть цилиндрические поверхностные электромагнитные волны (ЦПВ). Как и плоская ПЭВ, ЦПВ является частично продольной волной ТМ-типа (отсутствует нормальная к поверхности компонента H) и экспоненциально затухает по обе стороны от границы раздела сред, одна из которых поверхностно-активна. Однако в отличие от плоской волны ЦПВ исходит из некоторого центра и за счет радиального разбегания убывает по мере удаления от него вдоль поверхности. Радиальное распределение полей в ЦПВ описывается специальными функциями (функциями Ханкеля), а ее волновое число — дисперсионным соотношением (3). Угловая структура этой волны характеризуется наличием выделенного направления, задаваемого поляризацией падающего света. Перенос энергии в ЦПВ осуществляется преимущественно вдоль этого направления и также поперечно из одной среды в другую, как и в ПЭВ. ЦПВ могут возбуждаться на различных радиально-симметричных неоднородностях, микровыступах и микровпадинах поверхности. В частности, при рассеянии на цилиндрическом выступе линейно поляризованный свет возбуждает ЦПВ, максимальное значение поля в которой достигается в диэлектрике (воздухе) на границе с выступом (высотой h и радиусом r_0) и равно:

$$E_{1z} = 8\pi^2 \frac{hr_0}{\lambda^2} E_t. \quad (14)$$

Из формулы (14) следует, что на выступе с размерами порядка десятой доли длины волны действующее поле в результате генерации ЦПВ удваивается.

К настоящему времени установлено, что ЦПВ эффективно участвуют в образовании периодических структур на поверхности материалов при лазерном воздействии (особенно на начальных стадиях). Они могут оказывать влияние на снижение порога оптического пробоя металлических поверхностей. Наконец, представления о ЦПВ существенны для ПЭВ-микроскопии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, мы рассмотрели отличительные физические особенности существования в оптическом диапазоне, распространения по поверхности и возбуждения специфических, частично продольных электромагнитных волн — поверхностных электромагнитных волн, или поверхностных поляритонов. Оказывается, что поле ПЭВ локализовано в тонких приповерхностных слоях двух граничащих сред, одна из которых должна иметь на данной частоте отрицательную поляризуемость. Такими средами в оптике являются металлы и в определенных условиях полупроводники. ПЭВ могут пробегать по поверхности значительные (в масштабах длин волн) расстояния, которые в то же время сильно зависят от состояния и чистоты поверхности, наличия на ней адсорбированных слоев и др. Это позволяет разработать новые спектроскопические методики исследования поверхности с использованием ПЭВ. Наиболее эффективно ПЭВ возбуждаются с помощью призм и резонансных дифракционных решеток. Благодаря особой структуре полей в ПЭВ и возможности сфазированно перекачивать в нее энергию падающего когерентного света можно достигать большого, чисто электродинамического по

своей природе усиления светового поля, действующего на поверхность. Этот оптический феномен играет важную, а иногда и определяющую роль в лазерно-индуцированных физико-химических процессах на поверхности и нелинейных оптических явлениях.

Представления о возбуждении светом ПЭВ дополняют общую картину о существующих в природе оптических явлениях и процессах. Накопленные теоретические знания и экспериментальные данные о ПЭВ позволяют сформулировать важный общий вывод: *при падении света на границу раздела наряду с его отражением и преломлением может происходить частичное преобразование света в поверхностные поляритоны без изменения частоты.*

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ПОЛЯРИТОНЫ / Под ред. В.М.Аграновича и Д.Л.Миллса. М.: Наука. 1985. С.6—10; 70—104.

Либенсон М.Н., Макин В.С., Пудков С.Д. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ В ОПТИКЕ. Л.: Об-во «Знание». 1990.

Вирусы как мутагенные факторы

С. М. Гершензон



Сергей Михайлович Гершензон, генетик, академик АН Украины. Автор оригинальных экспериментальных исследований по генетике природных популяций дрозофилы, млекопитающих и вирусов насекомых, по изучению транскрипции, гетерохроматиновых районов хромосом, а также мутагенного действия ДНК, синтетических полинуклеотидов и вирусов. Автор более 280 научных публикаций, в том числе девяти монографий и учебника «Основы современной генетики» (Киев, 1979; 1983).

РЕШИТЕЛЬНО у всех живых существ, от бактерий и до высших растений, животных и человека, время от времени возникают наследственные изменения — мутации, затрагивающие те или иные признаки — структурные, физиологические или биохимические. Обширные исследования мутаций у множества самых разных организмов показали, что подавляющее большинство мутаций нежелательно для них — они либо ведут к гибели, либо к бесплодию, разным наследственным болезням или уродствам. Поскольку мутации, повышающие жизнеспособность, плодовитость или приспособляемость организма к окружающим условиям, составляют лишь ничтожную долю, то можно утверж-

дать, что они, как правило, вредны или даже губительны для организма и его потомков.

Изучение мутаций показало, что эти наследственные изменения вызваны повреждением генов или содержащих гены хромосом. Такие нарушения большею частью непредсказуемы, поскольку обычно обязаны чисто случайным ошибкам, сопровождающим внутриклеточные молекулярные процессы, которые лежат в основе репродукции генов и хромосом. Но повреждения генов и хромосом нередко возникают и в результате воздействия на генетический аппарат организма разных и теперь уже хорошо известных внешних физических или химических факторов. Так, резкому повышению количества мутаций способствует облучение организма ионизирующей радиацией (рентгеновскими лучами, радиоактивными изотопами, чрезмерным действием на организм ультрафиолетовых лучей), действие различных ядовитых химических веществ, попавших с пищей или при вдыхании. Список таких физических и химических факторов (так называемых мутагенов), увеличивающих частоту передающихся по наследству мутаций, постоянно пополняется.

Влияние на генетический аппарат организма различных мутагенов изучают преимущественно в опытах на нескольких модельных объектах: бактериях, дрожжах, плодовой мушке дрозофиле, культурах клеток растений, животных и человека. В ходе многочисленных исследований показана универсальность действия самых разных мутагенов — все они эффективно вызвали мутации у всех подопытных организмов.

Сегодня уже разработаны и внедрены в практику меры, направленные на защиту человека от физических и

химических мутагенов. Работы в этом направлении продолжают и совершенствуются — ведь вред мутаций для человечества совершенно очевиден: сейчас известно около 2 тыс. наследственных болезней и уродств мутагенного происхождения.

За несколько последних десятилетий к большому и непрерывно растущему списку физических и химических мутагенов добавилась еще группа неизвестных биологических мутагенных организмов — вирусов, которые ранее считались только возбудителями инфекционных болезней. Каковы же причины и следствия этого свойства вирусов?

Тот факт, что вирусы могут действовать как мутагены, был впервые обнаружен С.И.Алиханяном и Т.С.Ильиной в 1958 г. в опытах на актиномицетах при заражении их вирусом — актинофагом. С тех пор во многих лабораториях мира показано, что вирусные инфекции (герпес, полиомиелит, ветряная оспа, корь, инфекционный гепатит), а также аденовирусы и некоторые вирусы растений, попадая в организм или в их культивируемые клетки, приводят к разнообразным перестройкам, затрагивающим одну хромосому (делециям, дупликациям, инверсиям) или несколько (транслокациям), и, реже, к изменению числа хромосом (анеуплоидии или полиплоидии). Поскольку эти нарушения очень напоминали те, что вызываются физическими и химическими мутагенами, то все хромосомные перестройки, связанные с вирусными инфекциями, расценивались как индуцированные мутации. Однако в большинстве таких опытов наследственный характер хромосомных aberrаций оставался недоказанным, потому что они наблюдались в соматических или культивируемых клетках, что почти исключало генетический анализ, поскольку зараженные вирусом клетки, как правило, погибают, не размножившись, или дают нежизнеспособные дочерние клетки.

Что же служит причиной таких

хромосомных перестроек — первичное действие вирусов на генетический аппарат клетки или же это вторичный результат общего нарушения обменных процессов в зараженной вирусом клетке?

Изучать мутагенное действие вирусов, в особенности их способность вызывать генные мутации, удобнее на плодовой мушке — дрозофиле. Этот модельный объект подробно изучен генетически и лучше всего подходит для наиболее полного качественного и количественного анализа. До наших опытов, в 1964—1969 гг., в Великобритании супруги Фахми исследовали мутагенное действие на дрозофилу некоторых вызывающих лейкемию вирусов. Но полученные ими данные оказались недостаточными для выяснения механизма мутагенного действия из-за весьма неудачно выбранной методики: она не позволяла учитывать все мутации, возникающие в потомстве подопытных мух.

Начиная с 70-х годов в лаборатории молекулярной генетики Института молекулярной биологии и генетики АН Украины в течение последующих десятилетий были проведены широкомасштабные опыты по изучению мутагенного действия вирусов на дрозофилу. Наша более совершенная генетическая методика обеспечила полный анализ мутаций. Полученные статистически достоверные результаты привели нас к обоснованным выводам¹.

Для опытов мы взяли девять разных вирусов, среди которых были как ДНК содержащие (вирус ядерного полиодроза тутового шелкопряда, вирус полиодроза комара долгоножки *Tirula paludosa*, радужный вирус этого же комара, вирус LPPI водоросли *Plectonema boguatum*), так и РНК содержащие вирусы (полиомиелита, гриппа типа А₂, саркомы Рауса штамм Бриан, коксаки, вирус лесов Семлики). Предварительная проверка этих вирусов показала, что все они совершенно неинфекционны для

¹ Гершензон С.М., Александров Ю.Н., Малюта С.С. Мутагенное действие ДНК и вирусов у дрозофилы. Киев, 1975.

дрозофилы и не могут размножаться в ее клетках. Это позволило нам предположить, что их мутагенность (будь она обнаружена) послужит прямым доказательством способности самого вируса вызывать мутации и снимет сомнение в том, что она связана со вторичными патологическими процессами, разрушающими инфицированную клетку.

Взвесь вирусных частиц в жидкости, в которой культивировались зараженные вирусом клетки, вводили взрослому однодневному самцу дрозофилы. Каждый самец получал около 0.25 мг жидкости, содержащей 0.35—1.00 мкг вирусных частиц (контрольные самцы мухи получали тот же объем жидкости, использованной для подготовки вирусной взвеси). Все опытные и контрольные мухи были фенотипически нормальными и свободными от предшествующих рецессивных мутаций, которые могли накопиться в лабораторной линии.

Все испытанные нами вирусы вызывали у дрозофилы генные мутации, изменяющие окраску тела мухи, цвет, размеры и строение глаз, размеры, форму и жилкование крыльев, расположение и размеры щетинок и многие другие признаки. Частота возникновения этих мутаций во всех опытах явно превышала спонтанную. Многочисленные потомки в контрольных сериях почти не содержали мутаций или их число соответствовало норме.

Для получения более точных и статистически достоверных данных о частоте мутаций, вызванных вирусами, мы применили учет частоты возникающих в опытах рецессивных леталей. Этот тип генных мутаций, наиболее частый при воздействии на дрозophilу любых физических, химических или биологических мутагенов, обязательно учитывается при изучении у них мутационного процесса.

Самые широкие опыты проводились по учету частоты возникновения рецессивных летальных мутаций во второй хромосоме дрозофилы. Мы работали с *Drosophila melanogaster*, наиболее изученным в генетическом отношении видом из семейства дрозофилид, и получили весьма убедитель-

ные результаты. Из шести используемых в опытах вирусов ДНК- и РНК-типов у пяти частота возникновения рецессивных летальных мутаций превосходила в 5—6 раз частоту таковых в контроле, причем эта разница была статистически достоверной. Только один из шести изучавшихся вирусов, а именно вирус LPPI, заражающий водоросль *плектонему*, показал статистически недостоверное повышение частоты таких мутаций по сравнению с контролем.

Полученные нами данные по индукции вирусами рецессивных летальных мутаций во второй хромосоме дрозофилы вскрыли поразительную избирательность мутагенного действия вирусов. Скрещивая между собою особи, гетерозиготные по рецессивным летальным мутациям, индуцированным одним и тем же вирусом, мы обнаружили высокую частоту аллелизма мутаций, т.е. тождество локализации в хромосоме очень многих затронутых данным вирусом генов. Это наблюдалось в опытах со всеми испытанными нами вирусами (см. табл.1). Полученные нами показатели явно превышают обычные для рецессивных леталей во второй хромосоме дрозофилы, возникающих при воздействии сильных химических и физических мутагенов. Так, среди 42 леталей, индуцированных этиленмином, совсем не было случаев аллелизма, а среди 100 леталей, вызванных γ -лучами, было всего $(0.3 \pm 0.1)\%$. Такое же отсутствие аллелизма наблюдается и среди рецессивных леталей, возникающих спонтанно во второй хромосоме дрозофилы.

Таблица 1
Аллелизм при вирусной индукции рецессивных летальных мутаций во второй хромосоме дрозофилы

Вирус	Кол-во мутаций	Частота аллелизма, %
комара долгоножки	16	24.2 \pm 3.9
полиомиелита	27	11.1 \pm 1.7
гриппа	22	39.0 \pm 3.2
коксаки	24	20.7 \pm 2.4
саркомы Рауса	25	13.0 \pm 1.9

Иными словами, наши опыты убедительно показали, что каждый из испытанных вирусов многократно вызывал летальные мутации в небольшом числе определенных генов второй хромосомы дрозофилы. Известно, что минимальное число генов, способных мутировать к рецессивной летальности, равно обратной вероятности того, что одна летальная аллельна другой. Используя это соотношение, мы на основании наших данных о частоте аллелизма среди рецессивных леталей, индуцированных испытанными вирусами, определили число генов во второй хромосоме дрозофилы, мутировавших в сторону летальности под воздействием каждого из этих вирусов. Оказалось, что таких генов очень мало, безусловно менее десяти, а в большинстве случаев еще меньше. Конечно, истинное их количество может быть несколько выше из-за различной скорости мутирования разных генов. Однако это никак не может сколько-нибудь существенно затушевать поразительную разницу между числом генов, способных спонтанно мутировать к рецессивной летальности, и числом генов, мутировавших под воздействием вирусов.

Наши опыты показали, что общая частота рецессивных летальных мутаций, вызываемых вирусами во второй хромосоме дрозофилы, в среднем в 5—10 раз выше, чем частота спонтанных мутаций. С другой стороны, число генов в этой хромосоме дрозофилы, способных мутировать в рецессивное летальное состояние в результате действия вирусов, оказалось в сотни раз меньше, чем в случае спонтанных мутаций. Если допустить, что в данной хромосоме дрозофилы около 800 генов (эта оценка, основанная на литературных и экспериментальных данных, близка к истинной), способных мутировать к рецессивной летальности, то следует, что вирусы вызывают рассматриваемые мутации в каждом из затронутых ими генов с частотой в 500—2000 раз большей, нежели при спонтанном мутировании. Ничего похожего на эту поразительную локус-специфичность нет при

действии всех известных физических и химических мутагенов: ни один из них не вызывает такую высокую частоту мутирования отдельных генов.

Возможно, что спектры мутаций, индуцированных у дрозофилы разными вирусами, специфичны для каждого из них. На это указывает сравнение внутри- и межгруппового аллелизма летальных мутаций, индуцированных во второй хромосоме дрозофилы испытанными нами вирусами, например вирусами гриппа и саркомы Рауса. Как показали результаты математической обработки экспериментальных данных, распределение леталей по длине хромосомы во всех случаях явно неслучайно.

Установленные нами характерные особенности мутагенного действия вирусов, отличающие его от действия физических и химических мутагенов, по ряду важных аспектов чрезвычайно сходны с мутагенным действием вводимых в организм молекул экзогенных нуклеиновых кислот — ДНК или РНК, а также синтетических полинуклеотидов².

Как известно, генетический аппарат всех вирусов состоит из молекулы ДНК или РНК. Естественно предположить, что мутагенность вируса определяется именно этими, попавшими в клетку организма-хозяина, молекулами. Предстояло экспериментально доказать это.

С этой целью самцам дрозофилы мы вводили препараты ДНК и белков, выделенных из изучавшихся нами вирусов, а затем определяли частоту рецессивных летальных мутаций во второй хромосоме их потомков. Параллельно определяли частоту рецессивных мутаций, индуцированных целым вирусом; контрольные мухи не подвергались воздействию. Полученные результаты дали совершенно отчетливые ответы на поставленный вопрос. Во всех случаях частота рецессивных

² Гершензон С.М., Зильберман Р.А., Левочкина О.Л. и др. Вызывание мутаций у *Drosophila* тимонуклеоновой кислотой // Журн. общ. биологии. 1948. Т.9. № 2. С.69—88.; Гершензон С.М., Александров Ю.Н. Мутагенное действие природных и синтетических полинуклеотидов и проблема направленных мутаций // Журн. общ. биологии. 1982. Т.43. № 6. С.747—763.

летальных мутаций, индуцированных вирусной ДНК, была статистически достоверно выше частоты таких мутаций, вызванных нативным вирусом (табл.2). Вирусные белки оказались совершенно немутагенными — частота рецессивных леталей почти не отличалась от контроля.

Таблица 2
Частота рецессивных мутаций во второй хромосоме дрозофилы, индуцированных вирусом и вирусной ДНК

Вирус	Кол-во особей	Мутации, %	Вирусная ДНК	
			Кол-во особей	мутации, %
ядерного полиадроза	1762	0.62±0.06	2944	0.99±0.08
комара долгоножки	773	2.02±0.5	580	7.76±0.5
LPPI	1753	0.34±0.14	1002	2.41±0.4

При инъекции вирусных белков частота леталей во второй хромосоме потомков не отличалась от наблюдавшейся в контроле. Таким образом, можно твердо считать, что мутагенность изучавшихся вирусов определяется только молекулами нуклеиновой кислоты вируса (и ДНК, и РНК).

Цитогенетические исследования мутаций, вызванных у дрозофилы непатогенными вирусами, показали, что это только генные мутации или микроделеции, невидимые под микроскопом. Грубые хромосомные перестройки этими вирусами не вызываются. Такие перестройки, а также анеуплоидия и полиплоидия, нередко наблюдаемые в зараженных вирусами клетках млекопитающих, вероятно, представляют неспецифические последствия вирусных инфекций. Они возникают в результате патологических процессов, повреждающих все основные компоненты зараженных клеток, включая хромосомы. Генные мутации индуцируются как патогенными, так и непатогенными вирусами, попадающими в клетки организма.

За 25 лет в ряде отечественных и зарубежных лабораторий показано, что вирусы как ДНК-, так и РНК-типов способны вызывать различные мутации в зараженных ими культивируемых клетках млекопитающих, в том числе и

человека. В нашей лаборатории такие результаты получены в опытах по искусственному мутагенезу на клетках хомячка³. В качестве мутагена мы использовали ослабленный вирус полиомиелита, который применяют как вакцину для прививок. Сходные результаты получены в этой же лаборатории при введении в такие клетки вируса гриппа. Эти и другие эксперименты по вирусному мутагенезу, проведенные на дрозофилах, бактериях и некоторых других организмах, говорят о том, что вирусы активируют спонтанный мутагенез и могут играть существенную роль в наследственной изменчивости, а следовательно, и в эволюции живых существ вообще. Вероятно, многие из наследственных уродств и других дефектов, встречающихся у человека, вызываются вирусами, в том числе и непатогенными.

Помимо теоретических выводов, следующих из обширного экспериментального материала, вытекают и рекомендации практического характера. Очевидно, что живые вирусные вакцины, состоящие из ослабленных вирусов, могут существенно повысить частоту мутаций у человека. На основании данных, полученных в опытах с дрозофилой и с культивируемыми клетками млекопитающих, такой эффект вполне реален. Ведь живые вирусные вакцины широко применяются для прививок, особенно для предупреждения полиомиелита и кори. Эти вакцины сейчас незаменимы. Однако необходимо вести работу по созданию противовирусных вакцин, состоящих только из вирусных белков, без нуклеиновых кислот. Белковые вакцины сохраняют свою способность вырабатывать в организме иммунитет, но не смогут провоцировать появление мутаций. Современные методы молекулярной биологии позволяют получать противовирусные белковые вакцины, и задачу эту необходимо решать как можно скорее.

³ Айзензон М.Г., Александров Ю.Н., Бужневская Т.Н., Гершензон С.М. Мутагенное действие природных и синтетических полинуклеотидов. Киев, 1990.

Оазисы в ледяной пустыне

К 50-летию ИО РАН

М. Е. Виноградов, И. А. Мельников



Михаил Евгеньевич Виноградов, академик РАН, заместитель директора Института океанологии им. П.П.Ширшова РАН, биоокеанолог. Участник первой Советской антарктической экспедиции 1955–1956 гг. Проводил исследования населения озер оазиса Бангера. Неоднократно работал на судах Института океанологии в Южном океане и арктических морях. Давнишний автор и член редколлегии журнала «Природа».



Игорь Алексеевич Мельников, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник того же института. Почетный полярник. Область научных интересов — изучение экосистемы морских полярных льдов, которые исследовал в многочисленных экспедициях на дрейфующих и континентальных станциях в Арктике и Антарктике. Неоднократно публиковался в «Природе».

СТАТЬЮ об особенностях жизни в оазисах Антарктиды мы решили начать с короткого рассказа об

одном из интереснейших водоемов Арктики — оз. Могильном, расположенном на о-ве Кильдин в Баренцевом море. Это озеро, как отмечал крупнейший исследователь фауны Арктики, профессор К.М.Дерюгин, представляет

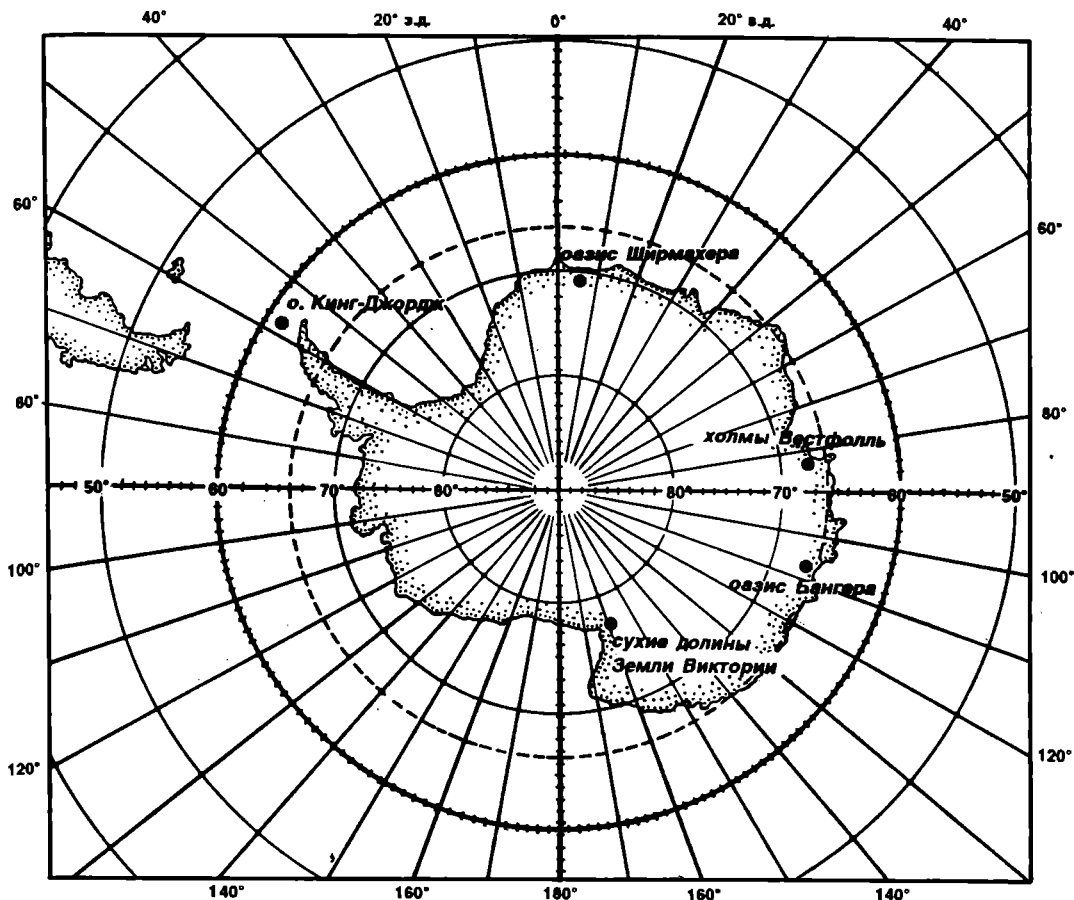


Схема расположения оазисов в Антарктиде.

собой настоящее чудо природы, поскольку в нем в течение тысячелетий установилось поразительное равновесие в балансе пресных и морских вод, создающее возможность одновременного существования и морских, и пресноводных организмов. Озера такого типа, возникшие как отделенные от моря морские лагуны и заливы, — не редкость в Арктике. К ним относятся, например, реликтовые морские водоемы на побережье Белого моря и Новой Земли. Своеобразие гидрологии и гидрохимии этих водоемов и их населения давно сделали их объектом пристального внимания исследователей. Поразительно, что озера, подобные по своим свойствам Могильному,

были открыты позднее и в Антарктиде.

Но при чем здесь оазисы? Ведь оазис в нашем представлении — есть не что иное, как богатство, обилие, плодородие и т.п. Насколько справедлива его суть по отношению к ледовому континенту?

Словарь географических терминов и Советский энциклопедический словарь (1987 г.) трактуют «оазисы» и как «свободные ото льда участки Антарктиды». Удачно? Географически, пожалуй, да, но как быть с представлениями об обилии и разнообразии жизни? Разве можно вообще вообразить существование каких угодно, даже самых примитивных организмов в условиях постоянного лютого холода антарктического континента? Представьте себе — да! Там существует

удивительная, своеобразная жизнь! Об этом здесь и пойдет речь.

ОАЗИСЫ СУХИХ ДОЛИН

Антарктида — континент, покрытый мощным ледниковым панцирем. Если бы весь лед растаял, перед нами предстала бы местность, пересекаемая с запада на восток Трансантарктическими горами, отдельные вершины которых поднимаются до 4000—4500 м. Большинство гор скрыто под ледниками, стекающими от центра континента в сторону океана. Разрывы между ледниками образуют своеобразные каменистые, свободные ото льда долины. Через них из центральных областей континента, т.е. с высоты 4—5 км, устремляется холодный, сухой воздух (влажность около 10%), который, опускаясь, адиабатически прогревается. За счет сухости воздуха весь снежный покров, накапливающийся на склонах гор, испаряется, и, таким образом, здесь образуются самые сухие участки, какие вообще существуют на Земле. В них на протяжении последних 2 млн. лет дожди не выпадали. Температура каменистой почвы колеблется от -80°C зимой до 20°C летом. Такие места в Антарктиде называют сухими долинами. Осадки, выпадающие здесь в виде снега или льда, превращаются в пар, сублимируются, не переходя в воду, из-за очень низкой температуры и постоянно низкой влажности воздуха.

Сухие долины были открыты во время первой антарктической экспедиции Р.Скотта в 1901—1904 гг., когда его группа из трех человек возвращалась из района ледникового плато в Восточной Антарктиде к базе на Мак-Мердо. Однако их регулярное исследование началось только с 50-х годов. Сухие долины были обнаружены и во многих районах Антарктиды: на Земле Уилкса, Земле Принцессы Елизаветы, в горах Вестфолль и Антарктическом п-ове. Именно на дне таких долин обнаружены озера с чрезвычайно любопытными аномалиями.

На каменистом грунте сухих

долин встречаются только лишайники. Помимо них сравнительно недавно были обнаружены криоэндолитовые бактерии, обитающие внутри скальных пород, за что они и получили свое название — живущие внутри камня. Со скудной жизнью на суше удивительным образом контрастирует жизнь в озерах. В зависимости от положения озера, его происхождения, величины, степени изоляции, связи с ледниками и другими факторами определяется функциональный характер экосистемы и состав озерного населения.

Самый крупный антарктический оазис площадью 4000 км² находится на юге Земли Виктории — побережье моря Росса в районе американской полярной станции Мак-Мердо. Здесь, в сухих долинах Райт и Виктория и по берегам залива Росса, расположено множество мелких и крупных бессточных озер длиной до 5—7 км и глубиной до 70 м. Это — солоноватые, обычно резко стратифицированные, часто меромиктические водоемы, постоянно покрытые 4—5-метровым льдом. В короткое лето, которое длится в этом районе около двух недель, пресная вода от таяния ледников стекает в долины и частично испаряется. Однако небольшое количество солей, захваченное из минералов континентальных пород, поступает в озера. За последние 10 тыс. лет (время существования оазиса) здесь накопилось столько солей, что в некоторых озерах соленость воды многократно превышает морскую, достигая сотен промилле. В этом районе особенно хорошо изучено удивительное озеро Ванда. В зависимости от сезона интенсивность таяния окружающих ледников колеблется, а следовательно, изменяется и приток воды в озеро, и количество попадающих в него солей. Когда идет испарение, осолоняющаяся более плотная вода опускается на глубину; в последующий сезон, поступающая в озеро новая, пресная, менее плотная вода накапливается над соленой, более плотной. Эти слои почти не перемешиваются, диффузия очень слабая. Они-то и

придают озеру необычную стабильность и становятся мощными накопителями тепла. В летний период в нижних, придонных слоях на глубине 50—60 м вода прогревается до 25°C. Было высказано предположение, что такие озера являются как бы ловушками солнечных лучей, которые, проходя через лед, достигают самых нижних горизонтов и отдают им свое тепло. Другая точка зрения сводится к тому, что высокая температура у дна обеспечивается необычайно мощным геотермическим потоком из нижележащих слоев Земли. Выявление причин этого любопытного феномена было проведено в 70-е годы нашим соотечественником, научным сотрудником Института географии РАН И.А.Зотиковым.

Феномен озера Вацда привлек к себе внимание новозеландских ученых, и на его берегу была организована постоянно действующая научная станция. Проведенное там бурение показало, что на глубине нескольких сот метров под озером залегает мощный слой вечной мерзлоты. Казалось бы, вопрос о геотермальном потоке должен быть снят. Но неожиданно выяснилось, что имеются свидетельства о поступлении к дну озера откуда-то сбоку подземных теплых вод, нагревающих соленые придонные слои. Не менее поразительным оказался и другой факт: в гипергалинных рассолах озера с температурой заморозания -20°C существует одноклеточная водоросль *Pyramimonas gelidicola*, которая сохраняет активность при -14°C.

Жизнь в оазисах сухих долин чрезвычайно бедна и однообразна. В некоторых озерах она настолько примитивна (только прокариоты — синезеленые и другие бактерии), что это навело на мысль о возможном сходстве жизни в оазисах с жизнью на... Марсе. Это дало основание для моделирования процессов, возможно, существующих на холодной, ледяной планете, по аналогии с теми, которые проходят в оазисе. Биологическая программа, объявленная НАСА, — тому подтверждение. Вероятно, понятие «оазис» в случае сухих долин Антарк-

тиды применимо только в сравнении с окружающим безжизненным миром континентального льда. Как говорится, хоть что-то. Другое дело — жизнь в озерах маргинальных оазисов.

МАРГИНАЛЬНЫЕ ОАЗИСЫ

В отличие от своих собратьев по сухим долинам озера приледниковой зоны Антарктиды непосредственно примыкают к океанскому побережью, хотя иногда отделены от него десятками, а порой и сотнями километров шельфовых или наземных ледников. В короткий летний период в таких оазисах появляется множество озерков на поверхности ледников или рядом с ними. Это так называемые наледниковые и частично ледниково-подпрудные озера, как в оазисах Ширмахера и Эймери. Во многих оазисах имеются проточные пресные озера, образующиеся из подтаивающих ледников. Некоторые из них годами, а другие постоянно, покрыты толстым, 3—4-метровым, льдом. Но многие открываются летом. В большинстве оазисов суммарная площадь озер составляет не более 3—9% площади суши, свободной от ледников, но в некоторых (например, в оазисе Джетти) озера занимают более 30% суши.

На далеко вдающемся на север Антарктическом п-ове и побережье так называемой Западной Антарктиды прибрежная полоса летом часто почти свободна ото льда и снега. Но и в более суровой восточной части материка имеется несколько обширных маргинальных оазисов площадью в десятки и сотни квадратных километров каждый. На 12—14° в.д. на Земле Королевы Мод расположен небольшой (примерно 30 км²) богатый озерами оазис Ширмахера. Озера, как и сам оазис, удалены от открытого моря на 80—100 км и отделены от него полосой шельфовых льдов. Питаются озера за счет поступления в ноябре — феврале снежно-ледниковых вод. Несколько в стороне от этого оазиса, на расстоянии 180 км от края шельфового ледника, среди гор системы Воль-

Даже в самое теплое время года по озеру плавают льдины.

*Здесь и далее фото
М. Е. Виноградова*



тат, на высоте 563 и 756 м еще в 1939 г. немецкая экспедиция на судне «Швабенланд» воздушной разведкой обнаружила покрытые толстым льдом суровые антарктические озера Унтер-Зее и Обер-Зее. Более крупное Унтер-Зее имеет площадь 11.4 км² и глубину до 147 м.

Наоборот, расположенный много восточнее (79° в.д.) оазис Вестфолль площадью 410 км² непосредственно примыкает к побережью. Здесь масса мелких соленых меромиктических озер с круглогодичной стратификацией водной толщи. В некоторых из них вода имеет реликтовый характер и ее соленость составляет 12.9—230‰. В придонных слоях содержание сероводорода может достигать 481 мг/л.

На 100—102° в.д., на Земле Уилкса, лежит оазис Бангера площадью более 600 км², отделенный от океана шельфовым ледником Шеклтона. Оазис замечателен набором самых

разнообразных водоемов. В нем есть система проточных пресных озер длиной до 2—4 км каждое и глубиной до 130 м; в сухих долинах масса мелких солонатоводных бессточных озерков диаметром 50—200 м с различным солевым составом и соответственно разным населением и, наконец, большие морские заливы, проникающие в оазис из-под шельфового ледника Шеклтона. Поверхностные слои этих заливов сильно опреснены, но на глубине вода достигает почти полной океанской солености.

Вблизи оазиса Бангера, но подальше от берега расположен еще один небольшой оазис — Обручева (100° в.д.), а еще дальше на восток (110° в.д.) лежит обширный прибрежный оазис Гирсон.

Один из наиболее интересных «оазисных» районов, несомненно, — оазис Бангера. Удаленный на несколько десятков километров от края

шельфового ледника, богатый разнообразными озерами от почти дистиллированных ледниковых до замкнутых гиперсоленых озер и морских фиордов, он представляет широкое поле для биологических и экологических исследований. Оазис назван в честь летчика Бангера, участника знаменитой авиационной экспедиции (High Jump) Р.Бэрда, открывшего его в 1947 г. и совершившего на гидросамолете посадку на одно из его озер. Вот как описывает Бэрд это открытие: «В начале февраля экипаж летающей лодки «Маринер» наткнулся на поразительный пейзаж. Они не верили своим глазам. Под ними сверкали сине-зеленые озера, окруженные коричневыми холмами, отделенными от окружающих бесконечных снежных пространств ледяным крепостным валом высотой в 400 футов... Среди вселенской смерти найден был островок, пригодный для жизни. Казалось, что самолет привез с собой дыхание двадцатого столетия в область тех отдаленных времен, когда Земля только начинала сбрасывать с себя ледяной покров. Каждое озерцо имело свой цвет: синий, голубой, сине-зеленый, зеленый или красноватый».

Самолет Бангера садился на морской фиорд. Была взята проба воды, в которой оказалось 2/3 обычного содержания соли в морской воде. В отчетах экспедиции не отмечено, что американские летчики более подробно обследовали этот удивительный район.

Интенсивные исследования оазиса Бангера, как и большинства других оазисов Восточной Антарктиды, начались только со времени Международного геофизического года (1957—1958 гг.). Уже в первой Советской антарктической экспедиции (январь 1956 г.) в оазисе Бангера проводила исследования группа ученых — гляциологов, геологов, физиков и биологов. Исследовались и озера оазиса, о чем в свое время писал наш журнал¹.

НАСЕЛЕНИЕ ОЗЕР

Проведенные в оазисе Бангера рекогносцировочные исследования, к нашему удивлению, позволили обнаружить разнообразное население во всех типах озер: в проточных пресных встречены синезеленые, зеленые и диатомовые водоросли и новый вид пресноводных циклопов — *Acanthocyclops mirnyi*, ближайшие родственники которого живут в озерах Патагонии и Огненной Земли².

В бессточных солоноватых озерах солевой состав различается. В разных озерах в массе развиваются различные жгутиковые и синезеленые, придающие воде характерную окраску. Дно некоторых озер покрыто толстым войлокообразным слоем синезеленых. Вследствие сильного испарения уровень зеркала в течение лета снижается, и тогда слой водорослей широкой полосой лежит вдоль берега. Толщина таких водорослевых матов достигает 15—25 см. В этих матах и в воде были найдены различные коловратки и нематоды. Довольно богатой оказалась морская и солоноватоводная фауна в фиордах; были обнаружены даже новые виды: асцидия (*Snemidocaea zenkevitchi*) и неретическая копепода из рода *Acartia*.

На следующий год эти работы были расширены. Обследовались также озера оазиса Вестфолль и холмов Обручева³. В первых обнаружился циклоп *A. mirnyi*, что указывало на его широкое распространение в озерах оазисов Восточной Антарктиды⁴. В наиболее крупном и глубоком (143 м) озере оазиса Вестфолль было найдено большое количество ветвистых рачков *Daphniopsis studeri*, до тех пор известных только с о-ва Кергелен.

В освобождающихся ото льда пресных озерах в толще воды обитают

² Боруцкий Е.В., Виноградов М.Е. // Зоол. журн. 1957. Т.36. № 2. С.199—203.

³ Короткевич В.С. Население водоемов оазисов в Восточной Антарктиде // Инф. бюл. САЭ. 1958, № 3. С.91—97.

⁴ Боруцкий Е.В. // Зоол. журн. 1962. Т.41. № 7. С. 87—91.

¹ Виноградов М.Е. Озера антарктического «оазиса» // Природа. 1957. № 10. С.89—92.



Ручей из подтаивающего края ледника питает пресное озеро.

нитчатые водоросли *Mougeotia* и многочисленные диатомовые, в солонатоводных развиваются в массе голые жгутиковые и нитчатые зеленые водоросли. В бактериально-водорослевых матах на дне доминируют синезеленые из родов *Lyngbia*, *Symploca*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Shizothrix* и другие, а также диатомовые — *Navicula*, *Cymbella*, *Amphora*, *Nitzschia*. В маленьких лужах, ручейках и влажных впадинах к ним добавляются пузырчатые пленочки синезеленых *Stratonostoc*, а там, где теплее, в приморской зоне, — различные мхи.

Разнообразные бактерии, растения и беспозвоночные животные были обнаружены почти во всех озерах Восточной Антарктиды. Даже в постоянно покрытых толстым слоем льда горных озерах Унтер-Зее и Обер-Зее, где условия существования наиболее суровые среди озер Земли, обитают

фотосинтезирующие организмы и летом дают $0.1\text{--}0.4$ мг С/м³ сут первичной продукции⁵.

Интересными оказались зимние подледные наблюдения в озерах Глубоков и Китеж на о-ве Кинг-Джордж (Антарктический п-ов), проведенные одним из авторов. Хотя оба озера закованы льдом толщиной 80—100 см, а поверх лежит снежный покров глубиной до 50 см, и в воде, и в верхнем слое грунта, устланного плотным слоем водорослей, двигались коловратки, нематоды и турбеллярии. Все выявленные животные, видимо, сохраняли активность в зимний период.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ОА- ЗИСОВ

В прибрежных районах Антарктиды выделяют две природные зоны: приморскую, ограниченную западным

⁵ Симонов И.М., Хендель Д. // Антарктика. 1983. № 27. С.101—110.

побережьем Антарктического п-ова и близлежащими антарктическими островами, и континентальную — к востоку от Гринвичского меридиана.

Проведенные в последние годы интенсивные исследования показали относительное богатство фауны оазисов приморской зоны. Она включает несколько десятков видов беспозвоночных животных и особенно разнообразна в мелких прибрежных эвтрофированных лужах, где отдыхают морские слоны и тюлени.

Наиболее богата фауна коловраток; они обитают в перифитоне и детрито-иловых толщах водоемов и прибрежных мхах. Здесь их обнаружено около 20 видов, причем только один вид — *Adenta steineri*, — встречающийся в водоемах как приморской, так и континентальной зон, оказался эндемиком Антарктиды.

Большинство низших ракообразных (в водоемах Антарктического п-ова их насчитывается семь видов, в том числе голый жаброног *Branchinecta gaina*⁶) населяет хорошо прогреваемые летом мелководные лужи (глубиной около 2 м), богатые перифитоном и детритом, часто загрязняемые экскрементами морских птиц и тюленей. Выделяется группа циклопов, харпактицид и остракод, обитающих в зарослях водных мхов.

В различных оазисах континентальной зоны число видов коловраток приближается к 30. Все они (за исключением одного вида) встречаются не только на материке Антарктиды, но и в субантарктической области. Наоборот, фауна низших ракообразных континентальной зоны очень бедна — всего два вида: ветвистоусый рачок *D.studeri* и циклоп *A.mirnyi*. Обитают они в планктоне глубоких озер с чрезвычайно бедными пищевыми ресурсами.

В дернинках мха, в илистых детритных осадках озер, в бактериально-водорослевых матах на дне, иногда всплывая в толщу вод, живут много-

численные нематоды, которых сейчас на материке известно более 40 видов, причем в континентальной зоне их всего 10. Доля эндемичных родов и видов нематод в континентальной зоне составляет 10% и 70% соответственно⁷.

Кроме обитателей озер, во влажных мхах и почве по берегам озер и ручейков живут разнообразные простейшие, тихоходки (*Tardigrada*), ногохвостки (*Colembola*) и клещи, а на севере приморской зоны к ним добавляются малоцветниковые черви энхитреиды (два вида) и даже единственное эндемичное антарктическое насекомое — бескрылый комарик *Belgica antarctica*, «гигант» среди антарктической наземной фауны беспозвоночных, длиной 12 мм.

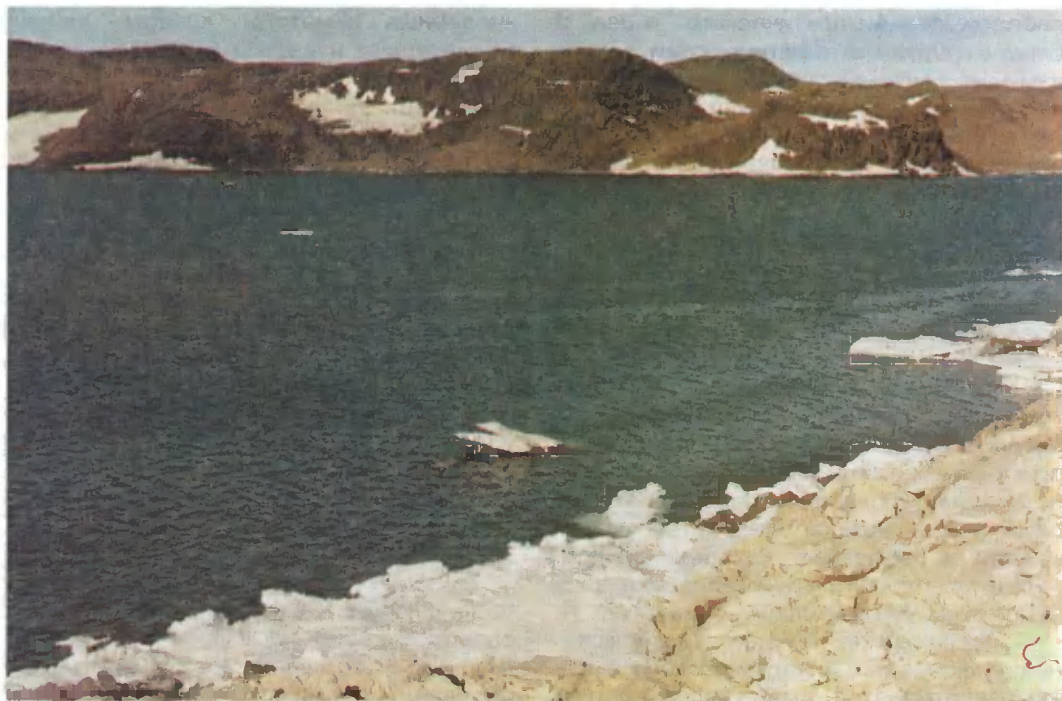
Тихоходок известно 28 видов, подавляющее большинство которых распространено не только в Антарктиде, но и во всей Южной полярной области. Ногохвостки изучены плохо. Для приморской зоны указано 10 видов, большая часть из которых обитает также в Южной Америке или Новой Зеландии. Наоборот, колемболы континентальной зоны почти все эндемичны и не встречаются ни в приморской, ни в субантарктической зонах. Более того, различные районы континентальной зоны — оазисы Трансантарктических гор, Земли Виктории и Земли Королевы Мод — имеют собственные фауны колембол.

Характерно распределение и почвенных клещей. В континентальной зоне их обнаружено 26 видов. За немногими исключениями все они, как и колемболы, эндемики этой зоны и даже ее отдельных районов: одна группа населяет оазисы Земли Королевы Мод, другая — Земли Виктории и Трансантарктических гор.

Многие виды, особенно среди наземных обитателей, оказываются эндемиками Антарктиды, другие, в том числе водные животные, обитающие в озерах, имеют ближайших родственни-

⁶ Вехов Н.В. // Антарктика. 1993. № 32. С.167—187.

⁷ Булавинцев В.Н. // Антарктика. 1995. № 33. С.140—156.



Ледниковое пресное озеро в оазисе Бангера.

ков в озерах островов субантарктики — на Кергелене, Фолклендских о-вах, на Огненной Земле и в Патагонии.

В связи с фауной оазисов возникает несколько принципиальных вопросов.

1. Откуда взялись животные, обитающие в озерах оазисов? Ведь возраст многих из них составляет лишь десятки (или сотни) тысяч лет, и в период максимального оледенения материка оазисы на побережье существовать не могли.

2. Как распространилось население оазисов? Как оно проникло в эти крошечные озера через тысячи километров морской или ледяной пустыни?

3. Как животные приспособились к ультрасуровым условиям? Какие экологические и биохимические системы они выработали, чтобы существовать в озерах, промерзающих до дна и не оттаивающих годами; в озерах, постоянно, круглый год покрытых толстым льдом; в бессточных озерах, соленость в которых меняется на

несколько порядков по мере их усыхания от весны к осени?

Большинство из этих вопросов пока остается без ответа, в отношении других можно высказать лишь более или менее обоснованные гипотезы.

ОТКУДА ПРИШЛИ?

В четвертичный период покровные и шельфовые ледники занимали весь антарктический континент и прибрежные акватории. Оледенение охватывало не только материк, но и Западную Антарктиду и субантарктические острова. Однако и в периоды наиболее сильного оледенения вершины гор по периферии материка могли оставаться свободными ото льда⁸. И на этих участках горной суши, несмотря на тяжелейшие климатические условия, могла сохраниться доледниковая фауна в виде комплексов почвенных беспозвоночных.

Широко известно, что ряд видов

⁸ Мягков С.М. Антарктида: прошлое и будущее оледенения. М., 1989.



Бессточные солоноватые озера в том же оазисе.

наземных беспозвоночных распространен в циркумполярной зоне прерывисто. Например, харпактицида *Tigriopus angulatus* встречается на Антарктическом п-ове и о-вах Маккуори и Тасмания, а другой вид — *Harpacticus pulvinatus* — на Южных Оркнейских о-вах, о-вах Кергелен и Кэмпбелл, Южном о-ве Новой Зеландии и других местах. Такая прерывистость может быть объяснена единым гондванским генезисом этих территорий.

В.И.Булави́нцев, который специально рассматривал проблемы эндемизма почвенных микроартропод, указывает, что следы горного оледенения проявляются в Антарктиде начиная с мелового периода. Следовательно, адаптация к обитанию в условиях оледенения суши и образование специфических фаунистических комплексов могли возникнуть уже с этого времени, а может быть, и ранее — с Гондванского оледенения.

В конце миоцена отдельные по-

кровные ледники слились в ледниковый щит со свободными ото льда вершинами горных сооружений по периферии Антарктиды. И именно к оазисам наиболее крупных современных горных сооружений, четко обособленных на подледном рельефе Антарктических гор, другой — в районе Земли Королевы Мод), приурочены группы самостоятельных эндемиков: в первом — 20 видов эндемичных клещей и колембол, во втором — восемь.

Труднее в этих условиях представить себе длительное сохранение водных, тем более планктонных животных — обитателей озер. Озера в этих вершинных участках горных сооружений могли и не сохраниться, а если и сохранились, то условия в них (при постоянном ледяном покрове) мало подходили для жизни. Хотя пример упоминавшихся нами Унтер-Зее и Обер-Зее показывает, что и в таких условиях в горных озерах жизнь может теплиться.

Существенно также и то, что большинство «озерных» оазисов, типа



Часть морского фиорда в оазисе Бангера.

оазисов Бангера, Вестфолль, Гриссон и других, расположенных в низменных прибрежных районах, освободилось ото льда в геологическом смысле совсем недавно — десятки тысяч лет назад, а до этого в течение сотен тысяч лет были покрыты плотными шапками ледников. Более чем вероятно, что обитатели озер были занесены откуда-то.

Очень показателен в этом смысле уровень эндемизма. Если среди почвенных беспозвоночных континентальной зоны эндемичные виды составляют 80—90% и высок родовой уровень (более того, эндемизм имеется даже в отдельных районах), то среди водных беспозвоночных — коловраток, низших ракообразных — эндемики исчисляются единицами.

Многие исследователи придерживаются мнения, что заселение озер антарктических оазисов шло с близлежащих субантарктических островов. Но вся система ветров и течений Южного

океана построена по принципу кольцевых (циркумполярных) поясов, т.е. вокруг материка и никогда поперек — от островов к побережью. Так что ни ветром, ни течениями такой «прямой» перенос произойти не мог.

Остаются птицы как переносчики яиц и цист беспозвоночных. И, например, появление ветвистоусого рачка *D.studeri*, обитателя озер о-ва Кергелен (70° в.д.) в озерах оазиса Вестфолль (79° в.д.), трудно, а то и невозможно объяснить как-либо иначе. Точно так же могли попасть на Антарктический п-ов южноамериканские виды калянид (*Pseudoboeckella poppei*, *Boeckella michaelsoni*, *Parabroceus sarsi*) или жаброног *B.gaina*.

Но и этот путь оказывается не универсальным. Так, найденный в оазисе Бангера пресноводный циклоп *A.mirnyi* не мог быть занесен туда птицами. Кроме снежного буревестника и вильсоновой качурки — строгих эндемиков побережья материка — иные птицы в этом суровом и удаленном от берега оазисе отсутству-

ют. Тот же вид циклопа обитает в одном из озер оазиса Вестфолль, и это свидетельствует о его достаточно широком распространении в озерах Восточной Антарктиды. Ближайшие родственники *A. mirnyi* — обитатели озер Огненной Земли и эстуариев рек Патагонии, т.е. распространены в тысячах километров от оазисов Восточной Антарктиды. Представители рода *Acanthocyclops* из пресных озер о-вов Кергелен и Херд принадлежат к другой группе видов.

Каким же образом *A. mirnyi* и те одноклеточные водоросли, которыми он питается, могли проникнуть в оазис? Е.В.Боруцкий и М.Е.Виноградов (1957) предположили, что, вероятно, у *A. mirnyi*, как и у других циклопов, могут образовываться покоящиеся стадии, переносящие замерзание и высушивание. В таком виде системой круговых восточных ветров, постоянно дующих вдоль побережья Антарктиды, цисты и яйца рачков, а также и других организмов могли широко разноситься по ледовым пространствам.

С этой точки зрения интересно замечание Вехова, что «в водоемах Восточной Антарктиды⁹ и Антарктического полуострова отмечены ракообразные, не найденные на соседних участках»⁹. Иначе говоря, в какие-то озера покоящиеся стадии были занесены, а в какие-то — нет, и за тысячи лет существования оазиса птицы не перенесли их из одного в другой.

В то же время поразительные результаты дало изучение микрофлоры в ледовом керне, полученном при бурении на станции Восток (Центральная Антарктида). Жизнеспособные микроорганизмы были обнаружены во всей толще льда вплоть до нижних горизонтов, возраст которых датируется 150—200 тыс. лет. Это прокариоты — бактерии, эвкариоты — дрожжи и мицелиальные грибы¹⁰. Очевидно, не только микроорганизмы, но и цисты и покоящиеся стадии водорослей точно

так же постоянно несет ветер над ледяной шапкой материка. Они не могли не попасть в озера оазисов или непосредственно, или вытаявая из питающих их ледников. Таким образом, можно предположить, что население оазисов формируется тремя путями:

— сохраняются эндемики далекой Гондваны или ее остатков перед эпохой покровного оледенения;

— животные и растения (одноклеточные) могут разноситься птицами, прилипнув к их оперению;

— сильные восточные ветры, дующие вдоль побережья Антарктиды, способны переносить споры, цисты, яйца и иные покоящиеся стадии животных и растений, у которых эти стадии могут выносить высушивание и замерзание и сохраняться в таком виде в течение длительного времени.

Какова роль каждого из этих путей в формировании фауны и флоры оазисов? На это пока трудно ответить, хотя уже понятно, что для разных групп животных и растений она различна.

ПРОБЛЕМЫ ВЫЖИВАНИЯ

Остается еще очень интересный вопрос: какие адаптации выработали организмы, населяющие оазисы, чтобы переживать те чрезвычайно суровые условия, в которых они обитают? Это — скудость пищи (биогенов для растений и органики для животных), зимнее вымерзание при очень низкой температуре (до -40°C) для наземных животных и обитателей мелких промерзающих до дна озер. Животные и растения должны к этому времени переходить в высушающие покоящиеся стадии или вырабатывать в своих клетках вещества, по свойствам напоминающие антифризы. Нерегулярность вскрытия крупных озер, которые могут то открываться летом, то не сбрасывать ледяной покров в течение нескольких лет, приводит к чрезвычайно нестабильному режиму образования пищевых ресурсов и, вероятно, требует выработки многолетних покоящихся стадий в жизненном цикле.

⁹ Вехов В.Н. См. сноску 6. С.180.

¹⁰ Абызов С.С. // Успехи микробиологии. 1992. № 25. С.27—50.



Открытие станции «Оазис» во время первой Советской антарктической экспедиции.

Адаптации должны касаться экологических и физиологических механизмов. Среди многообразия природных ухищрений для выживания в экстремальных условиях выделим и рассмотрим главные: устойчивость к низкой температуре; скорость метаболизма; длительность жизненного цикла и способность к анабиозу.

Устойчивость к низкой температуре. Хотя показано, что цисты некоторых членистоногих способны переносить охлаждение до -40 — -50°C , большинство наземных насекомых и других мелких животных гибнет вследствие образования кристаллов льда в их тканях¹¹. Способность переносить переохлаждение определяется действием ряда факторов. Так, у антарктических клещей *Alaskozetes antarcticus* и колембол *Cryptopygus antarcticus* и *Parisotoma octooculata* она зависит от

их пищевой активности¹². Другой важнейший фактор — присутствие криопротекторов — веществ, понижающих точку переохлаждения, другими словами, препятствующих образованию кристаллов в тканях. Это, главным образом, многоатомные спирты (глицерины) и полисахариды. Вследствие гидрофильных свойств этих веществ количество свободной воды в тканях животных уменьшается и поэтому вероятность образования центров кристаллизации снижается. Например, у *A. antarcticus* глицерины накапливаются уже при 0°C и их концентрация увеличивается с понижением температуры.

Скорость метаболизма. При температуре от 0° до -10°C скорость метаболизма у антарктического клеща *A. antarcticus* вдвое, а у клеща *Gasmasellus racovitzai* в 3—4 раза выше, чем при этой же температуре у видов из умеренных районов. Благодаря этому клещи могут избегать депрессии, поддерживать свою активность,

¹¹ Somme L. // *Cryobiology*. 1981. V.18. P.212—220.

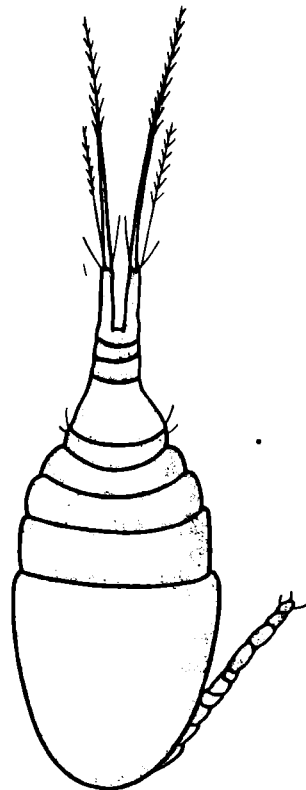
¹² Young S.R., Block W. // *Insect. Physiol.* 1980. V.26. P.189—200.

питание, рост и размножение при снижении температуры до -4°C и даже до -8°C .

Жизненный цикл. Удлинение жизненного цикла — важный фактор адаптаций у большинства полярных беспозвоночных. В то время как у видов умеренных широт одна или более генераций в год, видам, живущим в экстремальных условиях полярных районов, для завершения жизненного цикла необходимо несколько лет. Так, установлено, что у колемболы *Gomphiocephalus hodgsoni*, обитающей в озерах оазисов Земли Виктории, он длится два — три сезона; у колемболы *S. antarcticus*, у которой соотношение особей всех размерных групп сравнительно постоянно в течение всего года, экспериментально показано, что ее жизненный цикл длится более трех лет. То же характерно и для клеща *A. antarcticus*, причем установлено, что молодые особи хуже адаптированы к низкой температуре, чем взрослые.

Анабиоз. В начале зимы из-за часто повторяющихся процессов таяния и замерзания поверхность почвы оазисов часто покрыта тонким слоем льда. Наземные животные, обитающие в таких условиях, не только подвергаются воздействию низкой температуры, но могут вмерзнуть в лед. Колемболы и клещи, возможно, выживают в порах субстрата, кавернах и микротрещинах. Но здесь вследствие своего собственного дыхания, а также дыхания других организмов, может наступить дефицит кислорода. В такой ситуации животные могут существовать в состоянии полного анабиоза. В Антарктике способность выживать без кислорода изучалась на двух видах колембол и двух видах клещей¹³. Реакция этих видов довольно сильно различалась: так у *A. antarcticus* более 80% особей выживало 28 дней фактически при полном отсутствии кислорода. Другие виды — *S. antarcticus*, *P. octooculata* и *G. racovitzai* — были менее толерантны к таким условиям.

Пресноводный циклоп Асап-тосуслопс тигуи (длина примерно 1 мм), населяющий озера оазисов Бангера и Вестфолла.



Причина этих различий неясна, но она может отражать различия в условиях микрообитания, наблюдающихся у разных видов в течение зимы.

О замечательных свойствах некоторых антарктических водорослей гипергалинных озер, которыми столь богаты оазисы Антарктиды, — оставаться активными в рассоле при -14°C , мы уже говорили.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, оазисы ледового континента — еще один удивительный пример необычайно широких адаптационных возможностей живого населения планеты. В условиях чрезвычайного пищевого дефицита, дискретности мест возможного обитания, разделенных гигантскими безжизненными пространствами ледников, в экстремальных условиях среды растения и животные смогли «зацепиться» за участки, хоть как-то пригодные для жизни и

¹³ Block W., Somme L. // Oikos. 1982. V.38. P.157—167.

создать на них самоподдерживающиеся сообщества. Мы уж не говорим о вероятном, но совершенно фантастическом, переживании реликтами прошлых геологических эпох периодов мощного оледенения Антарктиды, при котором трудно себе представить саму возможность существования жизни на ледяном континенте.

Не менее интересен и параллелизм возникновения некоторых сходных экосистем и, вероятно, адаптаций к существованию в экстремальных условиях антарктических и высокоарктических районов. Озеро Могильное, с которого мы начали наш рассказ, — прекрасный тому пример. Массу интересных параллелей дают экосистемы озер канадской Арктики. Но это — уже тема особой статьи.

И, наконец, биогеографический и эволюционный анализ наземной биоты современной Антарктики может стать очень важным для уточнения представ-

лений о глобальных изменениях климатической обстановки в Южном полушарии в течение прошедших эпох, начиная со времен распада Гондваны и последующих оледенений.

Не вызывает сомнения целесообразность широкой программы исследований в материковых оазисах Антарктиды и на субантарктических островах. Они могли бы дать ответ на многие вопросы, имеющие и общебиологическое, и биогеографическое, и экологическое, и, наконец, палеоклиматическое значение. И, вероятно, одним из важных звеньев такой обширной программы могло бы стать исследование экосистем одного из самых интересных (в смысле разнообразия условий) оазисов Антарктиды — оазиса Бангера. Еще в 1956 г. здесь была открыта станция Оазис. Но после двух сезонов активных работ ее деятельность практически прекратилась.

КОРОТКО

●
Первая попытка запуска непилотируемой модели шаттла «Hyflex», которая была предпринята 12 февраля с.г. Национальным космическим агентством Японии (NASDA), закончилась неудачей: аппарат затонул в Тихом океане неподалеку от о-вов Огасавара. Эта небольшая модель была прототипом разрабатываемого японскими конструкторами беспилотного шаттла «Норе».

Длина модели 4,4 м, запуск осуществлен твердотопливной ракетой-носителем «J-1». Успешно отделившись от ракеты на высоте около 100 км, аппарат снова вошел в плотные

слои атмосферы, а затем приводнился, погасив при посадке скорость парашютом. Данные о полете передавались на Землю до момента приводнения, когда неожиданно порвались тросы, связывающие его с буями. Не имея собственной плавучести, он затонул, не позволив авторам проекта констатировать успех завершающей стадии полета.

Nature. 1996. V.379. № 6566. P.577 (Великобритания).

●
Национальная федерация охраны живой природы США осуществила на практике то, к чему она призывает в своем новом спра-

вочнике по охране окружающей среды, предназначенном для школьников. Эта книга под несколько длинным названием — «Ecodemia: Campus Environmental Stewardship at the Turn of the Century» («Экодемия: школа экологического поведения на пороге нового века») — первое печатное издание, для которого использовалась бумага, изготовленная в основном из технических отходов. Лучший пример использования своих рекомендаций придумать трудно.

International Wildlife. 1995. V.25. № 3. P.27 (США).

Газовый факел в Охотском море

Б. В. Баранов,

кандидат геолого-минералогических наук
Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН
Москва

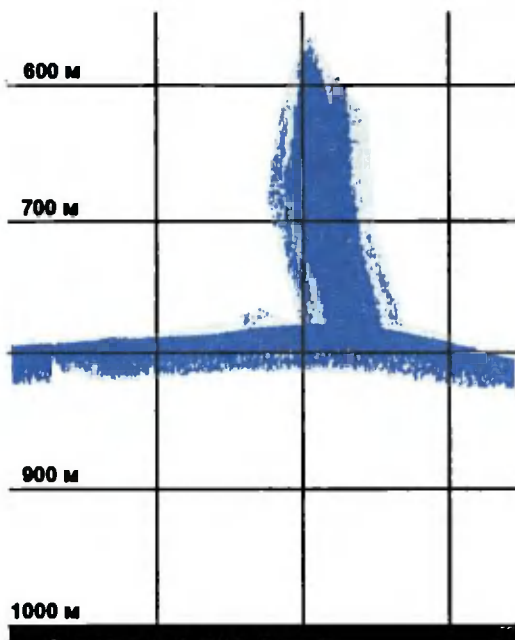
К. Гедике

Научный исследовательский центр морской геологии
Киль

Е. П. Леликов,

доктор геолого-минералогических наук
Тихоокеанский океанологический институт РАН
Владивосток

20 МАРТА 1982 г. в редакцию газеты «Камчатская правда» от капитана рыболовецкого траулера «Пограничник Змеев» поступила радиограмма о том, что в Охотском море, вблизи о-ва Парамушир, «на глубине 820 метров обнаружен действующий подводный вулкан, экстремальная высота выброса вулкано-генного материала над вершиной которого составляет 290 метров». Эта информация была передана в Институт вулканологии в Петропавловске-Камчатском. Сразу же после сообщения на место предполагаемой вулканической активности вылетели специалисты, но никаких видимых признаков извержения на поверхности моря не обнаружили. Очень часто при извержениях подводных вулканов, вершины которых находятся на небольших глубинах, наблюдается помутнение воды или даже выброс вулканического материала. В этом районе до сих пор не были известны какие-либо признаки вулканической активности, и для проверки сообщения научно-исследовательское судно «Вулканолог», специализирующееся на изучении подводных вулканов, изменило свой маршрут (оно возвращалось из рейса домой) и отправилось в район Курильских о-вов. Никто не подозревал, что новый объект исследования будет «притяги-



Эхограмма факела аномальной воды, сделанная с борта судна «Академик Мстислав Келдыш» в июне 1986 г.

вать» ученых на протяжении более десятка лет¹.

В результате рекогносцировочных работ «Вулканолога» был обнаружен «факел» аномальной воды, хорошо видимый на записях эхолота в виде

© Баранов Б.В., Гедике К., Леликов Е.П. Газовый факел в Охотском море.

¹ Авдейко Г.П., Гавриленко Г.М., Черткова Л.В. «Вулканолог» исследует подводный факел // Природа. 1986. № 7. С.80–87.



Рельеф дна в районе источника. Ямы и воронки образовались за счет разложения газогидратов и выделения газов.

темного вертикального столба, поднимающегося над поверхностью дна на высоту более 500 м. Именно этот столб был принят капитаном рыболовного траулера за вулканические выбросы. Геологам известно, что подобного рода явления могут быть также связаны с деятельностью подводных фумарол, и черные метки на эхограмме обусловлены отражениями от пузырьков вулканических газов, поднимающихся к поверхности моря.

В дальнейшем был проведен комплекс геолого-геофизических и газогидрохимических исследований с отбором и анализом проб воды, осадков и содержащихся в них поровых вод. Эти исследования показали, что скорее всего «факел» образован подводным газогидротермальным источником, непосредственно не связанным с каким-либо вулканическим центром, и может представлять собой излияние на поверхность дна горячих вод, насыщенных газами и рудными компонентами.

Сообщение о подводной газогидротермальной активности на северо-западном склоне о-ва Парамушир вызвало большой интерес². По своему структурному положению этот район — задуговая область — существенно отличался от тех мест — срединно-океанических хребтов, — где были обнаружены все известные к тому времени проявления глубоководной гидротермальной активности, и здесь можно было ожидать находок новых типов руд. Однако, несмотря на большой комплекс выполненных исследований, реальная природа подводного источника оставалась невыясненной, и существовало второе предположение, выдвинутое также сотрудниками Института вулканологии: аномалия в водной толще образуется за счет выделения газа из осадочной толщи, и это в свою очередь может быть связано с процессом образования и разрушения газгидратов.

² Авдейко Г.П., Гавриленко Г.М., Черткова Л.В. // Вулканология и сейсмология. 1984. № 6. С.66—82.

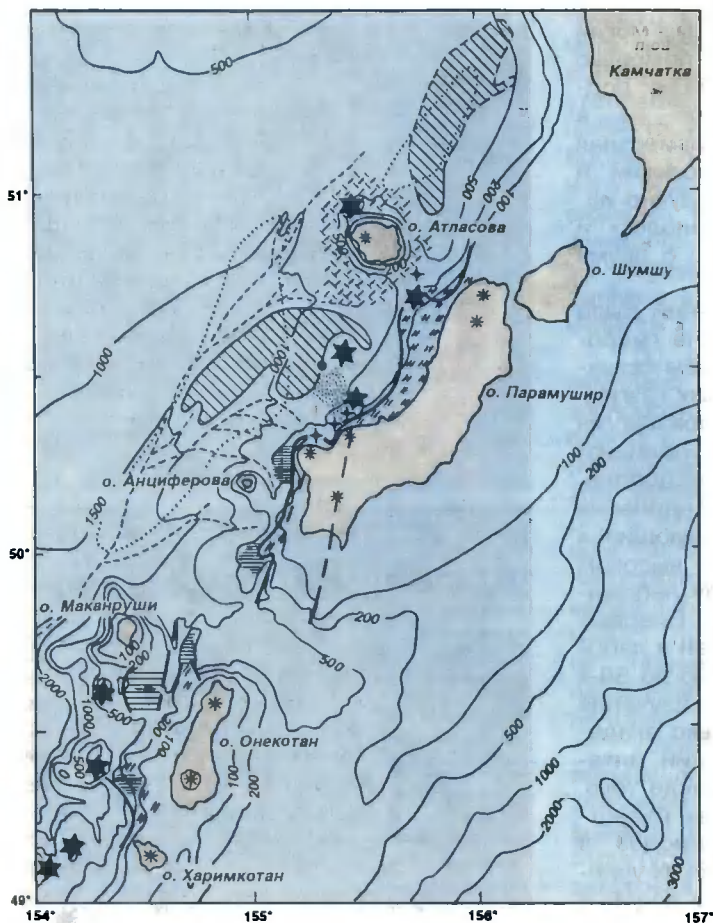
Ответы на эти вопросы могли быть получены только с помощью непосредственных наблюдений с подводных обитаемых аппаратов. И в 1986 г. была проведена совместная экспедиция Института вулканологии и Института океанологии на научно-исследовательских судах «Вулканолог» и «Академик Мстислав Келдыш» с двумя «Пайсисами» на борту³.

В результате 13 погружений было установлено, что источник — не гидротермальный, а газовый. Выбросы связаны с разложением слоя твердых газгидратов и состоят главным образом из углеводородов (метана, этана, пропана) и небольшого количества водорода. Газгидраты — это твердые соединения (клатраты) газа с водой, образующиеся при низких температурах и высоком давлении и по внешнему виду напоминающие искусственный лед. Впервые гидрат газа (хлора) был получен в лабораторных условиях в 1811 г., но до 30-х годов настоящего столетия изучение таких соединений носило только академический интерес. Практический интерес к газгидратам появился после того, как обнаружили, что газы всех известных месторождений углеводородов в определенных термодинамических условиях вступают в соединения с водой и образуют газгидраты, скапливающиеся в различных системах трубопроводов. Затраты, связанные с предупреждением образования газгидратов, достигают 30% себестоимости добываемого газа. Кроме того, скопления газгидратов широко распространены в морских осадках. Здесь их запасы намного превышают запасы всех известных газовых месторождений на суше, и газгидраты можно рассматривать в качестве потенциального источника топлива в будущем. Картирование залежей газгидратов в океане осуществляется главным образом по сейсмическим данным, поскольку на записях подошва горизонта газгидратов соответствует хорошо отражающему горизонту, находящемуся в осадочной толще на глубине 200—600 м



Участки дна в месте выхода газовых струй.

³ Зоненшайн Л.П. Газовый источник на дне Охотского моря // Природа. № 8. 1987. С.53—57.



Некоторые элементы строения задуговой области северной части Курильской островной дуги. Пункт и ром показаны предполагаемые границы разломов и сейсмических горизонтов.

- Осадочная толща мощностью более 5 км
- Распределение горизонта, полностью повторяющего рельеф дна (BSR)
- Сейсмическая зона, связанная с лавовыми куполами
- Обнажения фундамента островной дуги
- Горизонт вулканического пепла
- Наклонные эрозионные поверхности; стрелкой показано направление наклона
- Осадочные слои, размываемые морскими течениями
- Газовый факел (область просачивания газов)
- Подводные вулканы
- Небольшие вулканические купола
- Активные островодужные вулканы
- Разломы
- Подводные каналы
- Глубина, м

под дном. Этот горизонт полностью повторяет контуры рельефа дна и поэтому получил название BSR (от англ. bottom simulating reflector — отражающий горизонт, имитирующий дно). Ниже BSR газ находится в свободном виде, выше — в виде клатрата. При нарушении термодинамических условий (повышении температуры или понижении давления) может происходить разрушение газгидратного слоя, и газ просачивается к поверхности. В местах его выхода, как и вблизи гидротермальных источников, обнаружено обилие жизни, но здесь место сероводорода занимает метан. Метан, связанный с водой в газгидратах, образуется в свою очередь за счет переработки органического вещества осадочной толщи анаэробными бактериями.

Источник у о-ва Парамушир дей-

ствует на площади 50×50 м и проявляется в постоянном выделении струек газа длиной 20—25 см, поднимающихся вверх со скоростью несколько см/с. Размер пузырьков внутри струек — 1—1.5 см. Изменение температуры не установлено, она низкая, близкая к нулю. В районе газовых выбросов дно изрыто провальными воронками шириной и глубиной в несколько метров и соединенными между собой подводными гротами и пещерами. Газовые струйки, видимо, смещаются от места к месту внутри данного участка. Грунт здесь сложен черным илом, насыщенным сероводородом. Придонная вода и ил характеризуются кислой средой (pH=6) и резко восстановительными условиями. Вблизи источника открыто эндемичное газогидрофильное сообщество двухстворковых

моллюсков — конхицелл и мелкощети- нистых червей — полихет.

Из-за низкотемпературных усло- вий и чисто газового состава не происходит рудообразования. Вместе с тем газовый выход указывает на наличие газовой залежи в подстилаю- щих осадках. Возможно, высвобожде- ние газа связано с разогревом газгид- рата за счет тепла, выделяемого при остывании лавовых куполов. Один такой купол был открыт в нескольких милях от источника.

Осенью 1994 г. удивительный феномен в Охотском море исследова- ла международная экспедиция на судне «Профессор Богоров». Ее фи- нансирование проводилось по проекту Европейского сообщества (грант INTAS-93-1881). Было подтверждено предположение о разложении газгид- ратов вследствие изменения темпера- турного режима, что обусловлено внедрением вулканических куполов. Целое их поле, обнаруженное в тыловой части, продолжает вулкани- ческую зону, которая пересекает ост- ров в субмеридиональном направле- нии. С полем распространения лаво- вых куполов пространственно связана специфическая сейсмическая зона, вы- деляемая на записях сейсмопрофило- графа. Эта зона представляет собой сложно деформированную осадочную толщу. Но деформации здесь связаны не с тектоникой, а с мгновенным, в геологическом времени, выделением газа при разложении газгидратного

горизонта. В настоящее время про- цесс разложения продолжается по границам этой толщи и обусловлен потоком тепла, идущим от остывающих вулканических куполов. Общая длина поля просачивания составляет более 2 км. Ему соответствуют повышенные концентрации метана в водной толще. Картирование горизонта BSR показало, что он распространен к северо-востоку и юго-западу от о-ва Атласова и соответствует осадочным бассейнам с мощностью чехла более 5 км. Именно эти осадочные бассейны и являются источником метана, формирующего в дальнейшем газгидраты.

На сегодняшний день аналогич- ные газовые источники обнаружены во многих районах Мирового океана. Природа их везде одинакова — разло- жение газгидратного горизонта, кото- рый в свою очередь возникает, когда свободный газ попадает в определен- ные физико-химические условия где-то в 200—600 м от поверхности дна. Источник газа — осадочный материал, погружающийся на океанической плите под островную дугу и переносящийся в область высоких давлений и темпе- ратур. Эта проблема привноса-выноса газового вещества — одна из ключе- вых в рамках международной програм- мы «Глобальный обмен», поскольку основная составляющая выносимого вещества, метан, играет главную роль в парниковом эффекте и изменении климата Земли.

Подорлики

В. И. Николаев

кандидат биологических наук

Тверское отделение Союза охраны птиц России
Государственный комплекс «Завидово», Тверская область



НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ человек не пропустит без внимания неожиданно появившийся на небе силуэт крупной хищной птицы. Образ орла создает в сознании людей ощущение духа «дикой» природы, ее гармонии и красоты, даже если эта встреча происходит на фоне однообразных пейзажей староосвоенной местности.

Из рода настоящих орлов в средней полосе России чаще всего можно встретить подорликов: большого (*Aquila clanga*) и малого (*A. pomarina*). Эти хищные птицы меньше «золотого» орла-беркута, но значительно крупнее других своих сородичей — канюка и ястреба-тетеревятника. Средняя масса тела самца составляет около 2,5 кг, у самки несколько крупнее — до 3 кг. Размах крыльев около 1,5 м. Как и у многих других орлов, у подорликов мощный, загнутый крючком клюв, бурая с пестринами окраска, оперенные до пальцев цевки ноги. В полете хорошо заметны прямые крылья с широко расставленными маховыми перьями и округлый контур хвоста. Отличительный признак подорликов — округлая форма ноздрей.

Внешне большой и малый подорлики очень схожи, и в местах их совместного обитания определить видовую принадлежность в полевых условиях бывает непросто даже специалисту-орнитологу. Подорлики — виды-двойники, морфологически различимые лишь по ограниченному

© Николаев В.И. Подорлики.



Малый подорлик обычно строит гнездо на высоких мощных деревьях у края лесных полян. Здесь и далее фото П.Мануш



Осмотр птенца малого подорлика.

При встрече с человеком птенец подорлика раскрывает крылья и шипит.



набору нечетких диагностических признаков. В определителях обычно указывают высоту надклювья у переднего края ноздрей, которая у малого подорлика не превышает 17 мм, тогда как у большого подорлика она равна 17—19 мм. Отличаются они и по форме

наружной части опахала седьмого махового пера, которое резко сужается в концевой части у большого подорлика. Приемлемы в качестве отличительных признаков светло-рыжевато-затылочное пятно (особенно заметное у молодых и неполовозрелых птиц) и освет-



Слеток большого подорлика.

ленные участки оперения верхней поверхности крыльев малого подорлика. В целом этот вид выглядит светлее и пестрее по сравнению с большим подорликом. В изучении этих пернатых хищников требуется тщательный анализ не только мелких морфологических различий, но и сопоставление генетических, биохимических особенностей и поведения.

В большей степени у подорликов выражены эколого-географические различия. Оба вида имеют довольно обширные ареалы и широкий спектр местообитаний,

не избегая и густонаселенных регионов.

Малый подорлик распространен в Передней и Южной Азии, Европе, включая Украину, Молдавию, страны Балтии, Белоруссию, западные области России, а также Кавказ и Предкавказье. Большой подорлик — очень редкий, крайне неравномерно распространенный вид. Встречается он на обширном пространстве Евразии, в том числе лесной, лесостепной и частично степной зонах европейской части России, в лесостепной части Сибири к востоку до Приморья. В текущем столетии в результате вырубки и разреживания лесов большой подорлик заметно расширил свой

ареал на север, достигнув Финляндии, Карелии, Вятского края, малый подорлик стал встречаться восточнее установленной границы.

Для орнитологов особый интерес представляет изучение образа жизни этих птиц в районах их совместного обитания. К числу таких мест относится Верхневолжье и Подмоскovie. Хотя об обитании подорликов здесь известно давно, современных сведений об их гнездовании немного. Оба вида избегают крупных лесных массивов, а отдают предпочтение участкам старого смешанного леса у границ с лугами, полями, пустошами, болотами, поймами рек. Любопытно, что большой подорлик чаще селится в заболоченном крупнолесье около зарастающих озер, обширных болот, реже у сырых вырубок и полей. Этому есть объяснение: такие подтопляемые крепи редко посещаются людьми в комариную летнюю пору, поэтому птицы имеют возможность благополучно вывести потомство всего в 1—2 км от деревень и оживленных дорог.

В верховьях Западной Двины, по границе Тверской и Смоленской областей подорлики встречаются в поймах мелких речек с уцелевшими фрагментами еловошироколиственных лесов и дубрав, переходящих по водоразделам в открытые верховые болота. Обитают эти птицы и среди обширных лесопольных ландшафтов Нечерноземья, особенно вдоль административных границ областей, где за последние десятилетия исчезло много деревень. В обжитой местности подорлики находят подходящие условия гнездования в лесных участках, у прудов рыбхозов, водохранилищ, в крупных приозерных котло-

винах, занятых низинными болотами. В условиях нового хозяйствования и смены форм собственности еще сильнее сказываются различия в условиях обитания подорликов. Если в пригородных районах, охваченных дачным строительством, птицам уже не найти спокойных мест, то в «глубинке» спад сельскохозяйственного производства, сокращение посевных площадей, отказ от использования минеральных удобрений и гербицидов обусловили рост численности животных, которыми питаются подорлики.

Тем не менее численность этих пернатых хищников в Верхневолжье остается низкой и по самым оптимистическим оценкам не превышает 40—60 пар. В условиях староосвоенного региона проявляется тенденция к спорадическому распространению птиц в виде отдельных очагов (в среднем по 5—10 пар в каждом) среди обширных пространств, незаселенных этими хищниками. Сейчас известно, что птицы с характерными признаками малого подорлика встречаются в основном в юго-западной части Тверской области, вдоль границ с Псковской и Смоленской областями. Отдельные очаги гнездования были найдены здесь в начале текущего столетия смоленскими орнитологами В.В.Станчинским и Г.Л.Граве. В настоящее время на таких участках, площадью 100 км², гнездится в среднем около двух пар этого вида. При проведении специальных учетов на 50-километровом участке долины р.Межа в Нелидовском и Жарковском районах было учтено три пары малого подорлика с наименьшим расстоянием между гнездами в 5 км. Обнаружены

жилые гнезда этого вида в Оленинском районе, а также в более восточных местах — вблизи Яузского водохранилища, на стыке Смоленской и Московской областей, и далее — в Лотошинском районе Московской области, на территории государственного комплекса «Завидово». Всего же здесь учтено около 5—7 пар подорликов обоих видов, что во многом обусловлено благоприятными, по сравнению с окружающим Подмосковьем, условиями обитания для этих редких птиц, сложившимися благодаря многолетнему режиму охраны природы и контролю сельского, лесного и охотничьего хозяйств.

Большой подорлик более широко распространен в Тверской области, может гнездиться поблизости от своего вида-двойника. Так, в лесолуговых ландшафтах низовий рек Шоши и Ламы известны гнездования обоих видов в соседних лесных массивах, в 7 км друг от друга. Обе пары имеют общий охотничий участок на обширных мелорированных сенокосах.

Подорлики — перелетные птицы. Зимуют они в Южной Азии, а у нас появляются весной, в начале апреля. С середины этого месяца они держатся в местах гнездовых, выдавая свое присутствие призывным клекотом. В апреле-мае можно наблюдать брачные полеты птиц. Плавно, по спирали набрав высоту, орел начинает снижаться по наклонной, скользя с полусложенными крыльями вниз и, резко изменив положение корпуса тела, почти вертикально взмывает вверх. Такие волнообразные движения, повторяющиеся сериями по 3—5 раз, получили название «гирляндовый полет». Иногда обе птицы парят высоко в небе, и

после этого одна из них переходит на ритуальное пикирование.

Поселяются подорлики отдельными парами, по многу лет занимая одно гнездо. Как и другие хищные птицы, они имеют обширные гнездовые участки, составляющие около 30 км², но чаще, из-за большой редкости, пара от пары отделена многими десятками километров. В оптимальных для подорликов районах они могут образовывать гнездовые очаги, в которых пары селятся в 5—10 км друг от друга.

Гнезда устраиваются в участках крупнолесья, на старых осинах, реже на черной ольхе, березе, дубе, сосне, а иногда даже на сухих деревьях, в нижних частях крон на высоте 9—19 м, обычно — в 12—15 м от земли. Гнездо подорлика — массивная постройка (диаметром до 1.5 м при высоте 0.7—1 м) из толстых веток лиственных и хвойных деревьев, лоток выстилается свежими тонкими ветками ели, осины, березы, заметными наблюдателю с земли. Для подорликов важен удобный слет с гнезда, поэтому они часто селятся у лесных полян, редин и болот. Непременным условием является расположение в радиусе 10—50 м от гнезда нескольких удобных присад для птиц, которыми служат мощные горизонтальные суки на старых раскидистых деревьях. Как правило, на гнездовом участке есть еще 2—3 дополнительных гнезда, которые посещаются птицами для отдыха и разделывания добычи.

Подорлики хорошо уживаются с другими хищными птицами. Известны случаи успешного гнездования канюков в 150 м от жилого гнезда большого подорлика.

Заметных различий в сроках размножения двух видов подорликов в Верхневолжье не прослежено. В мае в гнездах появляются кладки из 1—2 светлых, с густым буроватым крапом, яиц. Насиживание занимает около 40—43 суток. Птенцы вылупляются в первой половине июня, в июле пуховички уже оперяются, к середине этого месяца их маховые перья достигают длины 8—10 см, а к началу августа молодые птицы готовы покинуть гнездо. К этому времени края гнезда покрываются слоем линного пуха птенцов, а под гнездовым деревом и присадами можно найти скопившиеся за лето крупные перья их родителей. Еще несколько дней неуверенно летающие слетки держатся у гнезда на стволах упавших деревьев, а иногда и на земле. В этот критический период жизни они особенно уязвимы для хищников, а нередко их ловят грибники, считая молодых птиц подранками.

Подорлики, судя по анализу погадок и найденных в гнездах остатков пищи, питаются в основном мелкими млекопитающими, например мышевидными грызунами (большой подорлик — водяной и темной полевками), реже — серыми крысами, кротами, ежами, бурьми и зелеными лягушками, а еще реже — мелки-

ми птицами и рыбами. Вид добычи зависит от ее доступности. Так, в мае подорлики вылетают на лесные просеки и трассы трубопроводов, где вылавливают лягушек, скапливающихся на икрометание в мелких лужах. Особенно облегчает охоту подорликам сенокосение. Птиц нередко можно наблюдать в местах работы техники, во время кошения и ворошения сена. В это время добычей птиц становятся попавшие под косилки зайчата-русаки, коростели, лягушки.

Обычными охотничьими участками хищников служат обширные мелиорированные пастбища и луга, поймы рек; большой подорлик нередко появляется на бережьях и островах крупных водоемов и болотах. Чаще добычу подорлики высматривают с присад (столба, одиноко стоящего дерева, стога сена), а прячут лишь в жаркие дни при сильных потоках теплого воздуха.

В сентябре начинается осенний отлет подорликов, продолжающийся в Верхневолжье до конца месяца.

Подорлики — редкие хищные птицы. На их состоянии негативно сказались поощрявшийся в прошлом отстрел пернатых хищников, глубокое нарушение биотопов в результате осушительной мелиорации, чрезмерной вырубке лесов, загрязнения, беспокойства в

гнездовое время. Несмотря на определенные возможности адаптироваться к деятельности человека, популяции подорликов в Центральном регионе России остаются малочисленными. Оба вида занесены в республиканскую Красную книгу Белоруссии и предложены к включению во второе издание Красной книги Российской Федерации, а большой подорлик, кроме того, отнесен к категории глобально уязвимых видов птиц. Охрана этих хищников должна включать комплекс мер по созданию сети особо охраняемых природных территорий, охватывающей основные гнездовые очаги, устройству гнездовых платформ в подходящих для птиц урочищах, широкую разъяснительную работу среди охотничьих коллективов и местного населения. В наши дни следует особенно ценить большое эстетическое воздействие на людей этих замечательных птиц, способное пробудить интерес и бережное отношение к живой природе.

Статья подготовлена по результатам орнитологических исследований, осуществленных при финансовой поддержке ISAR/US AID в рамках программы «Семена демократии».

Выдающиеся женщины России

А. М. Блох,

доктор геолого-минералогических наук
Москва

В 1955 г. почтовые ведомства шести стран Западного союза (Франции, Германии, Италии, Бельгии, Нидерландов и Люксембурга), созданного тогда же в рамках послевоенного урегулирования, приняли решение со следующего, 1956 г. начать ежегодный выпуск серий почтовых марок под девизом «Europa».

В первые годы такие марки имели одинаковые сюжеты и цвет, отличаясь лишь наименованием страны выпуска и номиналом почтового тарифа. В дальнейшем их стала объединять, помимо девиза, общая тема сюжетов (например, «Открытия», «Мир и благоденствие»). Подбор же конкретных сюжетов был передан почтовым ведомствам каждой из стран-участниц.

Инициатива Западного союза нашла в Европе широкую поддержку. Уже в 1957 г. к «шестерке» присоединилось еще несколько стран, и в настоящее время участниками подобных совместных эмиссий являются практически все европейские страны, включая их самоуправляющиеся территории (такие как о-ва Мэн, Гёрнси, Джерси, принадлежащие Великобритании, датские Фарерские о-ва и т.д.). В 1995 г. к их содружеству присоединилось Министерство связи Российской Федерации.

На 1996 г. в качестве сквозной для очередных выпусков марок под девизом «Europa» была принята тема «Выдающиеся женщины». 20 мая с.г. под этим девизом появились две почтовые марки России номиналом по 1500 руб. каждая.

На одной дается портрет Екатерины Романовны Дашковой (1743—1810), которая возглавила в 1783 г. учреж-



денную по ее предложению Российскую академию и стала первым президентом этого петербургского научно-го центра по изучению русского языка и словесности. Сыграв немалую роль в создании толковых словарей русского языка и периодических научных изданий, а также в организации публичных лекций на русском языке по математике и естественным наукам, это учреждение указом императора Николая I в 1841 г. было преобразовано во 2-е Отделение Петербургской академии наук, впоследствии — Отделение русского языка и словесности.

На второй марке серии — портрет Софьи Васильевны Ковалевской (1850—1891), выдающегося математика. Получив образование в Германии, она в 24 года стала доктором философии Гёттингенского университета. Вернувшись на родину, Ковалевская не смогла получить место в Петербургском университете. Не удалось ей добиться и права на сдачу магистерского экзамена в Московском университете. В 1883 г. по приглашению известного шведского математика профессора Г.Миттаг-Леф-

флера она переезжает в Швецию и избирается профессором Стокгольмского университета. За работу «Задача о вращении твердого тела вокруг неподвижной точки» ей в 1888 г. присуждается премия Парижской академии наук. Год спустя она становится лауреатом премии Шведской Королевской академии наук. Столь высокая оценка за рубежом математических трудов соотечественницы подвигла Петербургскую академию наук на ее избрание в 1889 г. своим членом-корреспондентом. Это был первый после Дашковой прорыв женщины-ученого в консервативную академическую среду России.

В Стокгольме на Новом кладбище, стоит памятник, возведенный из кусков серого гранита в форме вздыбленной морской волны. На гребне волны укреплен православный крест из черного мрамора, а у его подножия — чугунная доска с надписью, сделанной славянским шрифтом: «Профессору математики С.В.Ковалевской ее русские друзья и почитатели» (памятник был сооружен на средства, собранные в России по подписке).

Матаки, сабало и река Пилькомайо

А. И. Пьянов,

кандидат биологических наук

К. Ф. Дзержинский

Институт по проблемам экологии и эволюции РАН
Москва

ПИЛЬКОМАЙО берет начало в Боливийских Андах на высоте 5700 м, затем быстрым потоком, преодолев 500 км в горных теснинах и приняв в себя воды многочисленных притоков, выходит на обширную равнину Гран Чако. Пилькомайо — река интернациональная. Она протекает по территории Боливии, а затем создает естественную водную границу между Аргентиной и Парагваем.

Когда-то Пилькомайо, пройдя тысячекилометровый путь по равнине, впадала в р.Парагвай — главный приток Параны (второй по величине реки в Южной Америке). Однако за несколько последних десятилетий русло Пилькомайо в результате заполнения обильными наносами (средний многолетний годовой объем стока наносов равен 125 млн. т¹) уже сократилось на треть, и этот процесс продолжается.

В районе границы сухого русла сток реки разветвляется и уходит в многочисленные естественные и искусственные каналы, которые питают влагой обширную территорию, называемую местными жителями индейцами, матаками, «*madregones*» — болота. Сюда поступают воды Пилькомайо и большая часть влекомых

ею взвешенных материалов. Из этих болот берут свое начало многочисленные речки, которые затем впадают в р.Парагвай.

Осадки, выпадающие в горной части бассейна Пилькомайо, формируют основную часть годового стока. Между серединой декабря и серединой марта река сбрасывает почти 90% годового стока, вода в это время становится чрезвычайно мутной. В июле—сентябре уровень реки падает и вода существенно светлеет, что вызывает бурное развитие водной растительности, главным образом нитчатых водорослей.

В сухой сезон концентрация минеральных веществ в воде возрастает, она приобретает соленый привкус и становится практически непригодной для питья, а берега покрываются хорошо заметной беловатой коркой из мелких кристаллов солей. В течение года солевой состав воды сильно меняется, что зависит в первую очередь от общего объема стока и того, вода каких притоков вносится в него. Вследствие таких резких колебаний гибнет много рыбы, которой, судя по нашим обловам (проведенным в сухой сезон), в среднем течении реки обитает не менее 50 видов. Наиболее богато представлены пресноводные рыбы из харациновидных и сомообразных (в частности, кольчужные сомы, характерные для всех пресноводных водоемов Южной Америки). В

количественном и видовом отношении они распределены по течению реки неравномерно: одни из них предпочитают участки русла, где наиболее быстрое течение, другие встречаются только в глубоких омутах или полупроточных заводях.

В Пилькомайо обитает яркий представитель харациновидных — знаменитая пиранья (*Serrasalmidae*). Мы выловили два ее вида: *S.spilopley* и *S.nattereri*, отличающихся между собой размерами зубов и окраской тела. В старицах и на участках с малым течением они встречаются в большом количестве. Присутствие этих хищников в водоеме заметно отражается на внешнем виде остальных его обитателей. Так, у попавшихся нам крокодилов на лапах не хватало по несколько пальцев, а некоторые рыбы были полностью или частично лишены брюшных и хвостового плавников. Пиранья сильно затрудняет лов рыбы ставными сетями — их необходимо часто проверять, иначе улов будет состоять исключительно из голов и обезображенных останков рыб, а сеть придет в негодность. Несколько пойманных нами пираний были внушительных размеров (25—30 см). Они редко попадают в сети, куда более результативнее и занимательнее ловить их на удочку. Наживкой может служить небольшой кусок мяса. Рыбы схватывают его

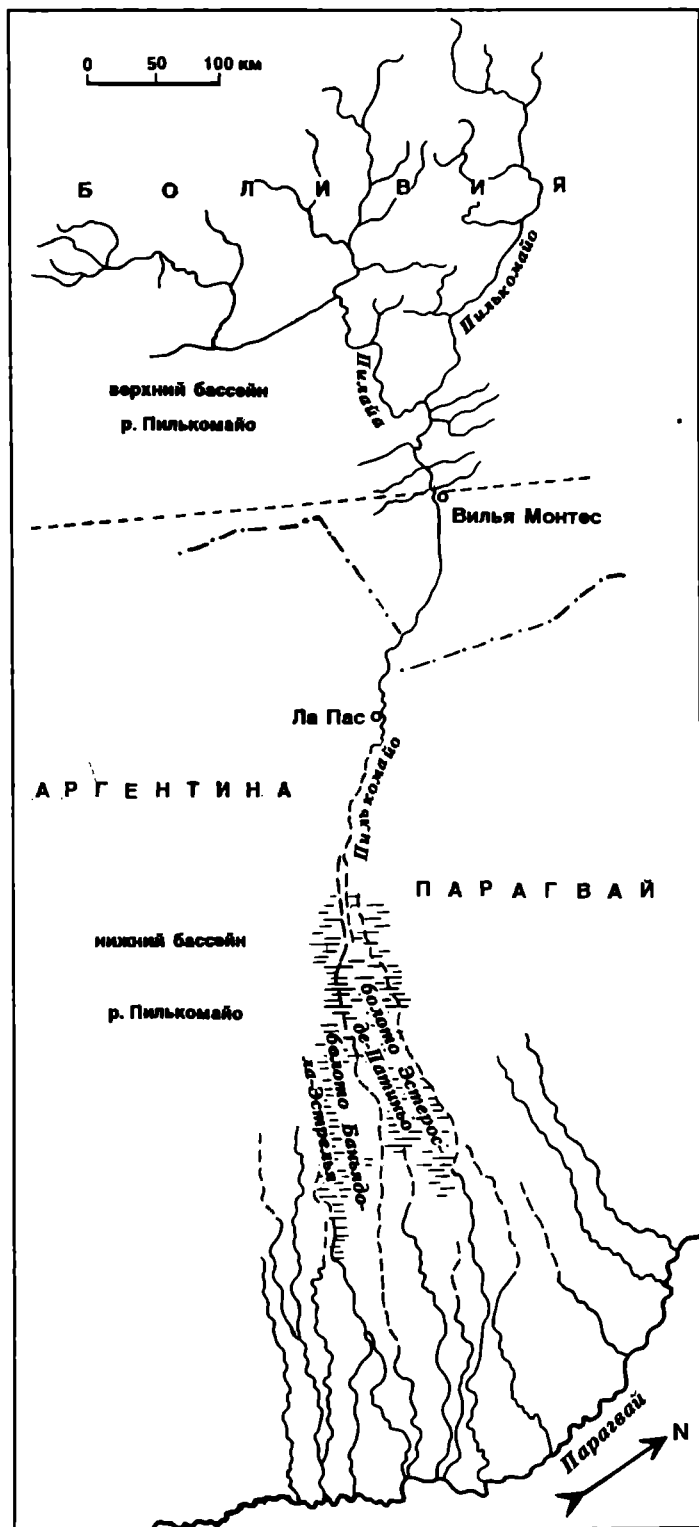
© Пьянов А.И., Дзержинский К.Ф. Матаки, сабало и река Пилькомайо.

¹ По неопубликованному данным Копалиани З.Д., Георгиевского В.Ю. (1993).

практически сразу как только он попадает в воду. Однако подсечь и вытащить добычу удается далеко не всегда, поскольку край ее ротовой полости — большие зубы, а не мягкая губа, как у многих других рыб. И все же наш опыт и наблюдения убеждают нас в том, что широко известные легенды о кровожадности пираний сильно преувеличены: хотя часть местного населения все же избегает купаться в местах, где много этих рыб, рыбаки безбоязненно проводят ежедневно по несколько часов в воде.

Другая группа рыб, которая вызывает не меньший интерес своим внешним видом и образом жизни, — это разнообразные кольчужные сомы (*Loricariidae*), одно из наиболее богато представленных семейств. Тело рыб покрыто панцирем, состоящим из отдельных щитков (отсюда название). Аквариумистам хорошо знакомы мелкие представители этого семейства, а в Пилькомайо можно встретить виды, достигающие в длину нескольких десятков сантиметров. Кольчужные сомы питаются детритом и обрастаниями и встречаются как в местах с быстрым течением, так и в тихих лагунах. В полустоячих водоемах очень мутная вода — видимо, результат их активной жизнедеятельности: в поисках пищи сомы взмучивают донный ил. Этим сомиков можно встретить даже на илистых мелководьях, где так мало воды, что их спинные плавники и часть спинных щитков высвываются из нее. Здесь на них часто нападают птицы.

Некоторые виды кольчужных сомов, обитающие преимущественно в ручьях и реках, достигают крупных



Карта-схема р. Пилькомайо.



*Русло р.Пилькомайо в сухой сезон.
Здесь и далее фото авторов*

Лагуна в нижнем течении р.Пилькомайо.



размеров и охотно используются в пищу местными жителями. Один из наиболее производительных способов охоты на них, используемый рыбаками, — ночной лов с острой при свете лампы.

Еще одна рыба, на которую нельзя не обратить внимание, — это пресноводный скат (*Potamotrygon motoro*). Очень красивая и крупная рыба серовато-коричневатого оттенка, покрытая крупными светлыми пятнами в черном окаймлении. Как и у морских скатов-хвостоколов, у него на относительно коротком хвостовом стебле ядовитый шип, укол которого, по мнению местных жителей, может оказаться для человека смертельным. Обитает пресноводный скат практически повсеместно, хотя встречается относительно редко.

При всем многообразии ихтиофауны в качестве про-

мысловых используется только несколько видов рыб.

Из сомообразных наибольшим спросом пользуются «суруби» (*Pseudoplatystoma coruscans*), а также «багре» (*Pimelodus clarias*), относящиеся к семейству *Pimelodidae*. Первый достигает внушительного веса (20—25 кг) и высоко ценится, поскольку его мясо лишено межмышечных костей, характерных для харациновидных.

В верховьях Пилькомайо, а также и других рек, где крупных рыб относительно мало, местные жители при помощи динамита весьма результативно добывают мелкую рыбу, называемую «сардина» — в основном мелких харациновидных семейства *Tetragonopteridae*.

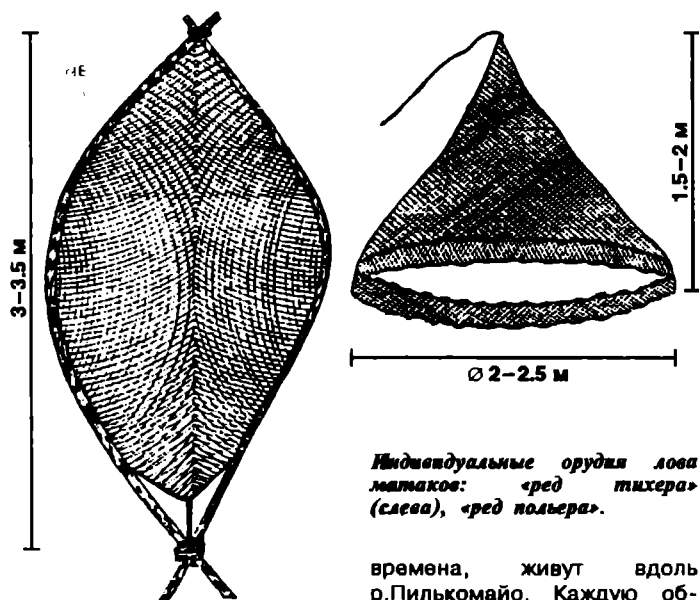
Из крупных харациновидных рыбаки предпочитают «сабало» (*Prochilodus platensis* или *P. lineatus*), «бога» (*Leporinus obtusifidens*) и «дорадо» (*Salminus maxillosus*). Последний вид своим внешним об-

ликом удивительно похож на наших лососевых, ведет хищный образ жизни и так же, как и лососевые, каждый год совершает протяженные миграции в верховья рек, где нерестится. Сабало питаются детритом и практически на всей территории своего распространения достигают высокой численности (до 60% от всей ихтиомассы). Нагул и рост сабало происходит в нижнем, болотообразном участке бассейна Пилькомайо. Оттуда каждый год миллионы этих рыб, движимые вечным инстинктом, собравшись в косяки, начинают свой тысячекилометровый путь к местам размножения в верховья Пилькомайо и ее притоков. На этом пути им приходится преодолевать быстрое течение, пороги, завалы, при этом часть рыб становится добычей людей, издавна обитающих на берегах Пилькомайо.

Территория, исторически занимаемая этнической

Индийцы народа матако.





Индивидуальные орудия лова матаков: «ред тихера» (слева), «ред полыера».

группой уинайек, или матако (в испаноязычной литературе можно найти разные названия: Weenhayek, Matacos Noctenes, Mataco Mаса), — правый берег Пилькомайо от границы гор (Анды) до р.Парана. С 1935 г. большая часть этой территории, входившей в состав Боливии, после ее поражения в войне с Парагваем 1932—1935 гг. («Война в Чако») и последующего передела Гран Чако, огромной области в центре Южной Америки, отошла к Аргентине.

Согласно классификации Лингвистического института Берано язык этнической группы уинайек относится к отдельному языковому семейству, одному из 11 выделяемых в Боливии².

В настоящее время индейцы матако, проживающие на территории Боливии, в провинции Гран Чако, объединены в 16 общин и, как и в былые

времена, живут вдоль р.Пилькомайо. Каждую общину возглавляет мужчина, которого почему-то называют «капитаном». Руководство над всеми матаками на боливийской территории осуществляют два главных капитана. Согласно переписи 1978 г. общая численность народа уинайек в боливийском Чако составила 1432 человека, а в 1992 г. — 2498 человек (460 семей). Однако точными эти данные назвать нельзя, так как часть населения постоянно меняет место стоянки, а кроме того, ни у кого из аборигенов нет документов, удостоверяющих личность. В процессе переписи населения 1978 г. матакам попытались присвоить постоянные имена и фамилии (испанские), однако при следующей переписи выяснилось, что большинство их успешно забыто. Это, конечно, не означает, что у них нет своих имен на родном языке.

По сообщению одного из главных капитанов, на аргентинском берегу Пилькомайо проживает около 5 тыс. человек из этой этнической группы. Для матаков

не существует государственных границ, они живут не в странах, а на берегу своей родной реки; это их река, а то, как ее поделити белые, — для них не имеет значения. Например, индейцы с аргентинского берега, когда им нужно, переправляются на боливийский и парагвайский, где продают рыбу или подрабатывают на скотоводческих ранчо.

Несмотря на то, что семьи матаков постоянно перемещаются из одной деревни в другую, существуют все-таки населенные пункты, выступающие в нашем понимании как что-то вроде административных или торговых центров. Это, например, поселение на окраине г.Вилья Монтеса (30 семей, 173 члена), деревни Капирендита (95 и 559) и Кребо (144 и 777). Последняя — самый крупный центр матаков в боливийском Чако.

В большинстве случаев жилище матаков представляет собой чрезвычайно примитивную хижину квадратной формы (примерно 2x2 или 3x3 м, высотой около 1.5 м). Стены изготавливают из толстых длинных веток, листья при этом не обрывают, поэтому новые хижины выделяются свежей зеленью. Одна стена обычно отсутствует. Крышу также делают из веток и накрывают широкими кусками различных материалов, препятствующих проникновению дождя. В поселениях матаков, расположенных в пригороде Вилья Монтеса и поблизости от него, можно встретить домики, обмазанные глиной или сделанные из материалов на основе необожженной глины. Внутри жилища или рядом с ним под навесом — одна или две кровати, которые изготовлены тоже из толстых веток. На одной кровати спит обычно все семейство, односпальные кровати встречаются

² Recursos Naturales y Geograficos de Bolivia. La Paz, 1985. P.62.

редко. Из мебели в хижине стоит еще стол, который мало чем отличается от кровати, кроме того, рядом с хижиной найдем обязательно очаг, или место, где женщины матаков разжигают костер и готовят пищу.

Как мы убедились, в течение периода, проведенного в Чако (с мая по сентябрь), матаки занимаются исключительно добычей рыбы в Пилькомайо. Обычно они ловят рыбу для своего питания в течение всего года, однако последние несколько лет установлен период коммерческого лова, контролируемый Центром развития рыболовства, входящим в состав министерства крестьянских дел сельского хозяйства Боливии. Этот период начинается в мае-июне, когда приходит первый косяк сабало, и официально заканчивается 15 сентября. Запрещается ловить и продавать рыбу в период нереста, разгар которого приходится на ноябрь-декабрь.

Раньше аборигены матаков использовали только индивидуальные орудия лова, в основном «ред тихера» и «ред больса». Эти примитивные орудия представляют собой конструкцию, состоящую из куска сетки (ячей 40—50 мм), привязанного между двумя палками длиной 2.5—3 м. Лов производится методом «зачерпывания» на мелководье или во время ныряния. Еще одно индивидуальное орудие лова «ред пойера» (накидка, широко распространенная по всему миру), видимо, было завезено из других мест.

При коллективном лове аборигены используют два способа. Первый — «прочесывание» реки: цепочка рыбаков, растянувшись поперек реки, спускается вниз по течению, облавливая все углубления и другие места, где прячутся

рыбы. Второй — «гон рыбы»: одна группа рыбаков перекрывает реку на перекате от берега до берега с помощью «ред больса», а другая гонит рыбу сверху вниз, используя «ред тихера». В такой рыбной ловле участвует более сотни человек. Иногда рыбаки преследуют быстро поднимающийся по реке косяк рыбы, при этом они бегут по берегу, прыгают в воду, ныряют, вылавливают несколько рыб, затем снова по берегу бегут вслед за быстро уходящим косяком, и так может продолжаться 2—3 часа.

Шведские миссионеры научили аборигенов ловить рыбу сетями и закидными неводами, что привело к развитию коммерческого рыболовства в районе Вилья Монтеса. Поначалу матаки использовали сетное полотно из самодельных ниток, полученных из волокон местного растения караута. Теперь же они делают сети из капроновых и нейлоновых нитей³.

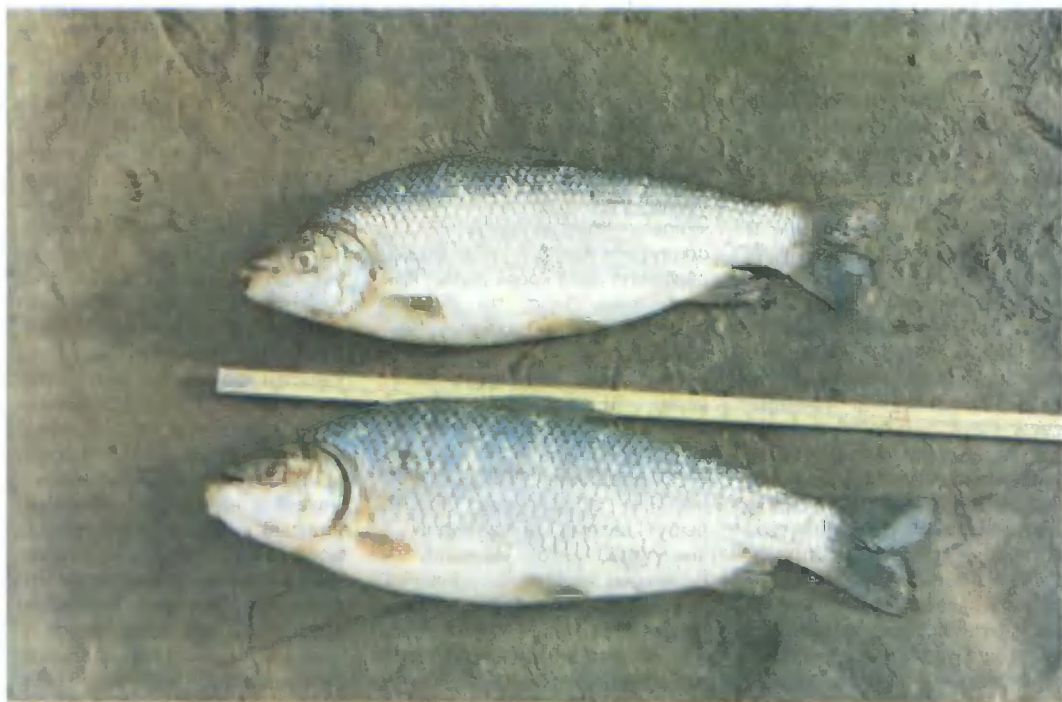
Со временем излишки рыбы матаки начали продавать в Вилья Монтесе, проезжая по улицам, расхваливая и предлагая свой товар в каждом доме, а также заходя в закулочные, расположенные на центральном рынке. Мало-помалу в торговлю рыбой втягивалось все больше и больше матаков общины, расположенной в Вилья Монтесе. Рыбы ловили столь много, что из нее начали готовить разные виды продукции, а также продавать сушеной, соленой или полусоленой. Благодаря этому появилась возможность вывозить рыбу в другие населенные пункты. У матаков начали перекупать рыбу в больших количествах коммерсанты и вывозить на продажу. В результате индейцы стали вылавливать не только взрослых рыб, но даже молодь, которую охотно и за бесценок покупают

у матаков скотоводы на корм свиньям.

С годами появились фабрики по производству льда, что позволило накапливать и хранить выловленную рыбу, а главное, перевозить ее на большие расстояния в крупные города. Так сабало из р.Пилькомайо узнали и оценили во многих районах Боливии. Особенный вкус и качество сделали эту рыбу в некотором смысле одной из достопримечательностей боливийской кухни. Спрос на сабало р.Пилькомайо быстро возростал, а с ним и вылов, никем и ничем не ограничиваемый. Были построены новые льдозаводы, к поселкам матаков проложены дороги, по которым побежали грузовики. «Насос», выкачивавший рыбные ресурсы Пилькомайо, набирал обороты, приближая индейское население к трагедии, которая уже ощутима сегодня.

В период промысла сабало поселения матаков оживают: приезжают коммерсанты, которые скупают рыбу, а чаще обменивают ее на различные дешевые товары и продукты питания. Наиболее активные из них поджидают рыбаков прямо на берегу. Несмотря на то, что скупщики, пользуясь неграмотностью индейцев, безбожно обсчитывают их, в период массового хода сабало и благодаря большому улову аборигены зарабатывают немалые деньги. Так, например, хороший рыбак в одиночку за ночь может поймать до 50 сабало (в былые годы, говорят, ловили до 100—200). В продажу идет только разделанная рыба: удаляют жабры и внутренние органы. Цена за штуку (независимо от веса) в 1993 г.

³ Matacos Pilcomayo y Sabalos // Revista Villamontes. Santa Cruz, 1989.



Сабало.

Ход сабало на нерест.

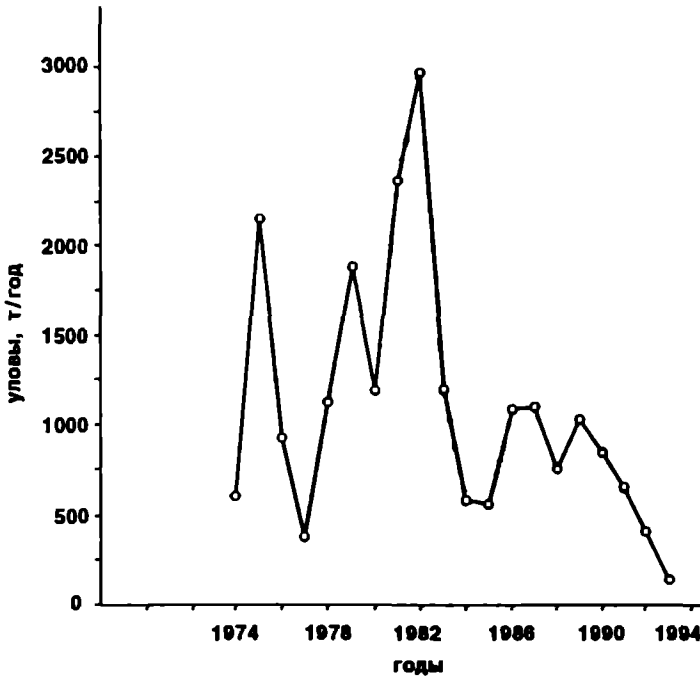




Облов глубокого места сетками «тихера».

Рыбак с уловом.





Динамика промысловых уловов сабало в боливийской части р. Пилькомайо (по данным Департамента рыболовства г. Вилья Монтеза).

варьировала от 0.25 до 0.75 долл. (на боливийской территории). В шутку говорят, что матаки в это время вместо воды пьют только лимонад, а едят печенье, конфеты или жуют жевательную резинку. Наиболее популярный алкогольный напиток — спирт, разбавленный водой. Большинство индейцев жуют высушенные листья кокаинового куста (*Erythroxylum coca*). Создается впечатление, что некоторые матаки жуют листья постоянно, считая, что это помогает им справиться с чувством голода, долго сохранять работоспособность и даже лечить серьезные болезни. Индейцы охотно покупают посуду, инструменты, велосипеды (единственный, но очень популярный вид транспорта) и даже цветные японские телевизоры. Заметим, что высокая

цена на сабало только в Боливии, поэтому матаки с аргентинского берега стараются продавать рыбу в Боливии и там же тратить деньги, так как уровень цен в Аргентине намного выше. Пожалуй, это единственный пример взаимовыгодного сотрудничества.

Но когда промысел сабало заканчивается, других источников денег у матаков почти не остается, поэтому они постепенно распродают все, что купили, и к началу следующего промыслового сезона деревни матаков представляют собой унылую картину крайней нищеты и запустения.

Нет нужды разъяснять, кто выигрывает, кто наживается в результате этого «круговорота». Коммерсант покупает поштучно, а продает на вес. Местные власти (мэрия и рыбоохранная организация) берут налог с коммерсантов за каждый хвост, вывозимый из провинции. В период путины на основных дорогах работают контроль-

ные посты, учитывающие количество вывозимой рыбы и наличие документа об уплате налога. Инспекторы также ездят по поселениям матаков и проверяют стоящие под погрузкой грузовики.

Побочный вид деятельности индейцев, играющий незначительную роль, — изготовление различных предметов из дерева, коры деревьев и растительных волокон. Кроме того, они неплохие охотники и собиратели. Один из наиболее выгодных видов промысла — сбор меда диких пчел. Чтобы добыть мед, матаки рубят дерево с пчелиным гнездом, а затем с помощью огня и дыма выгоняют пчел и достают мед. Этот ценный продукт у них по дешевке скупают коммерсанты, имеющие поблизости свои лавки. Так они накапливают довольно большие партии меда, которые отправляют в города. Мед диких пчел из Чако славится по всей Боливии. Однако последнее время происходит сокращение традиционных районов сбора меда, с одной стороны, и демографический рост индейского населения — с другой.

Традиционно матаки практически не занимаются выращиванием сельскохозяйственных культур. Из домашних животных они разводят свиней и птиц (кур, уток, индюков). Крупный рогатый скот и лошадей они не содержат, хотя нередко сами работают пастухами и конюхами у белых скотоводов. Отметим, что, пожалуй, главным источником откорма всех домашних животных является сабало, точнее отходы его разделки (жабры, требуха).

Индейский народ матако находится в состоянии крайней бедности, болезней и смертности. В последние годы появилась холера. Кроме того, на территории

Чакó распространено опасное, практически неизлечимое заболевание — лихорадка Шагаса, переносчиком которой считаются несколько видов летающих кровососущих клопов. Местные называют их «бенчука», или «поцелуйный клоп». Такое название он носит из-за того, что укусы клоп наносит, как правило, в нежные участки кожи — в губы или уголки глаз. Нападает ночью, когда человек спит. Укус даже неинфицированного насекомого очень болезнен и приносит много страданий. Днем клопы скрываются под отступающей корой деревьев и непосредственно в крыше жилища человека. Чем примитивнее жилье, тем охотнее оно становится пристанищем бенчук. Поэтому индейцы, как никто другой, рискуют заболеть лихорадкой. Индейцам хорошо известна эта опасность, знают, как клоп выглядит, знают, какой вид более опасен. Однако все меры предосторожности ограничиваются выносом кровати на ночь на некоторое расстояние от хижины.

По уровню образования матаки сильно различаются. Капитаны и некоторые другие члены общин, особенно тех, которые расположены в Вилья-Монтесе и в его окрестностях, учились в специальных школах и умеют читать и писать, но таких немного. Главные капитаны входят в Промысловый совет при департаменте рыболовства Вилья-Монтеса, тесно сотрудничают с другими государственными и общественными органами управления провинции Гран-Чакó.

История матаков в нынешнем столетии тесно связана с деятельностью Шведской евангелической миссии. Все началось более 40 лет назад с частной поездки сеньоры А. Янсон, во время ее

отпуска в Аргентине. Она слышала рассказы об индейских племенах, живущих на севере, и о необходимости душевной и социальной помощи, в которой они нуждаются. Она обосновала свою маленькую миссию в арендованном жилище в г. Вилья-Монтес. Благодаря Янсон в 1955 г. в Вилья-Монтесе был построен первый санитарный пункт, жилой комплекс миссионеров и первая школа для матаков. С 1965 г. санитарные пункты и школы начали строить в других поселениях матаков. Янсон вернулась в Швецию в 1970 г., где спустя два года умерла. Ее дело продолжили другие шведские миссионеры.

Изучением жизни и проблемами матаков занимаются несколько организаций: Боливийский индейский институт, Шведская евангелическая миссия, Корпорация развития департамента Тариха, Центр развития рыболовства департамента Тариха. Кроме этого, участие в последние годы в рамках ООН принимают некоторые организации и фонды из США.

Несмотря на активную деятельность этих организаций, главная трагедия неуклонно надвигается. И причина ее в первую очередь заключается в том, что свой жизненный источник — сабало — матаки превратили в коммерческий товар, приучили к его вкусу белых, а сами пристрастились к их продуктам, и особенно к алкогольным напиткам. В очередной раз мы стали свидетелями того, как их руками «цивилизованное» общество, задаваясь только сиюминутной выгодой, безжалостно уничтожает вид рыбы, являющийся основным источником существования аборигенов.

Когда-то ход мигрирующих косяков сабало вверх по реке являл собой грандиоз-

ное зрелище: на протяжении 10—15 км видны были только темные спины рыб от берега до берега. Рыбы шло так много, что ее могли добывать даже дети маленькими самодельными гарпунами, стрелять из лука, черпать самодельными сачками. И было это совсем не в далекие времена, а каких-нибудь 15—30 лет назад. Жесточайший, хищнический лов сабало, нарастающий из года в год, подорвал численность этого вида. По официальным данным, вылов сабало достиг максимума в начале восьмидесятых годов, после чего начался спад, который, однако, еще прерывался некоторыми подъемами. Но начиная с 1988 г. пошло быстрое, нарастающее из года в год, падение улова сабало. Нерегулируемое рыболовство и неблагоприятные природные условия, сложившиеся для этого вида в последние годы в результате серии засушливых, маловодных лет, усугубили ситуацию.

Сегодня уже можно говорить о том, что сабало в Пилькомайо уже потеряло свое промысловое значение. Гибель этой рыбы — результат экологического кризиса реки и хищнического рыболовства, главным действующим лицом которого стали, сами того не желая, матаки, чья жизнь всегда была неразрывно связана с этой рекой и этой рыбой. Река «умирает», а вместе с ней и сабало. Что ждет матаков?

Материал подготовлен по результатам российской-боливийской экспедиции (1993), осуществленной в рамках двустороннего соглашения между Институтом по проблемам экологии и эволюции РАН и Корпорацией развития департамента Тариха.

Ярчайшая комета столетия

В. Г. Сурдин,

кандидат физико-математических наук
Москва

КОМЕТА Хейла-Боппа замечательна тем, что, находясь еще за орбитой Юпитера, она уже была легко различима даже в маленький телескоп¹. Если

ее яркость будет нарастать по мере приближения к Солнцу по обычной зависимости, то в конце 1996 —

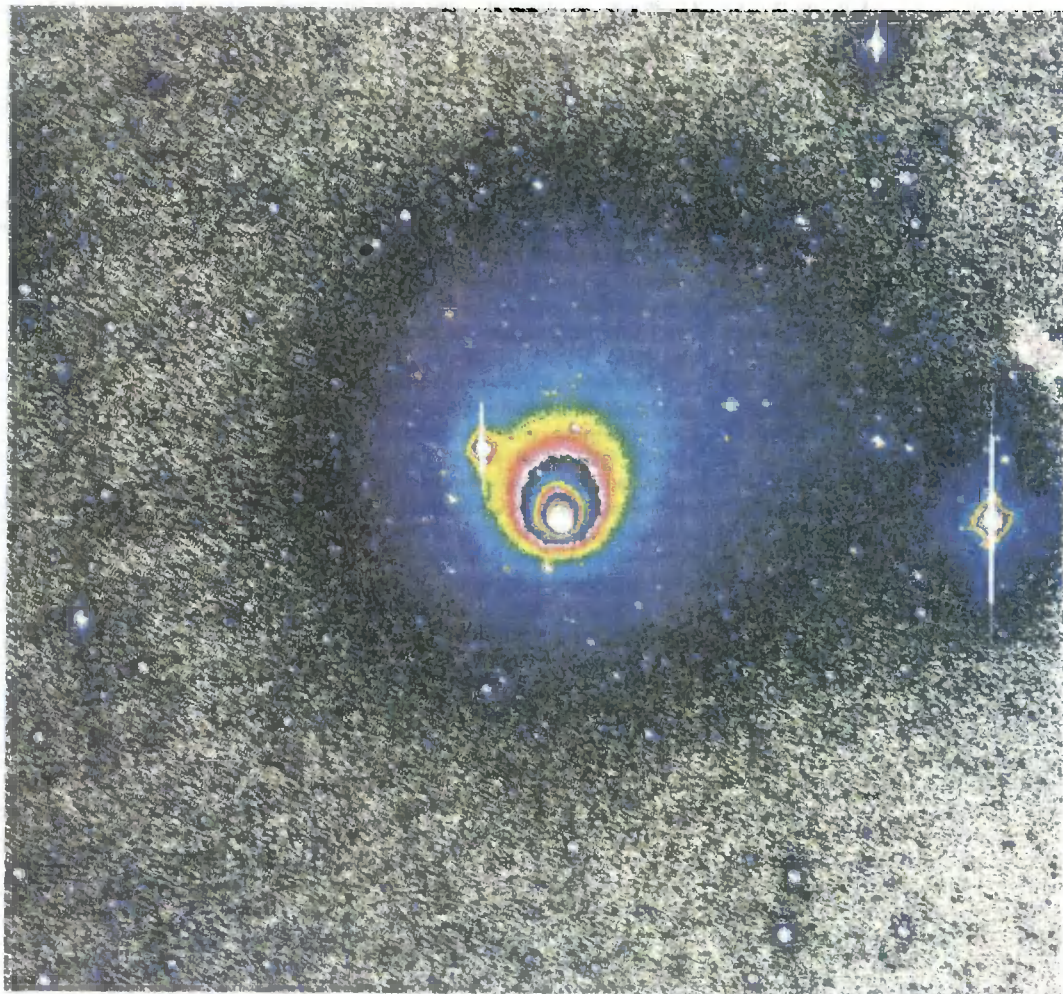
первой половине 1997 г. мы станем свидетелями ярчайшей кометы столетия.

Она была открыта 23

© Сурдин В. Г. Ярчайшая комета столетия

¹ См.: Комета Хейл-Бопп: ждем с нетерпением // Природа. 1996. № 5. С.75; ESO Press Release 10/95, 25 August 1995.

Первое изображение кометы Хейла-Боппа после соединения с Солнцем. Размер поля 9x9 угловых минут. Уровни яркости переданы искусственными цветами. Черточки, пересекающие изображения ярких звезд, связаны с недостатками светочувствительной ПЗС-матрицы. Темная полоска — след спутника, пролетевшего за время экспозиции в поле зрения телескопа; изображение негативное (ESO Press Photo10/96).



июля 1995 г. независимо двумя американскими любителями астрономии — А.Хейлом и Т.Боппом — и получила обозначение C/1995 O1 (Hale-Bopp), говорящее о том, что это первая комета, обнаруженная во второй половине июля 1995 г.

В момент открытия видимая звездная величина кометы (10.5) была типичной для такого события, но очень медленное ее перемещение по небу указывало на необычайно далекое расстояние от Солнца. Действительно, расчет показал, что в этот момент комета наблюдалась за орбитой Юпитера, в миллиарде километров от Солнца. Напомним, что в конце 1987 г. находившаяся на таком же расстоянии от Солнца комета Галлея выглядела в 250 раз менее яркой. А поскольку диаметр ядра кометы Галлея составляет около 10 км, то у кометы Хейла-Боппа ядро должно иметь не менее 100 км в диаметре.

В течение нескольких месяцев после открытия комета Хейла-Боппа была не-

видна из-за угловой близости к Солнцу. Наконец, в феврале 1996 г. она появилась на утреннем небе в созвездии Стрельца. Группа астрономов Европейской южной обсерватории в Чили с помощью 3.5-метрового телескопа получила изображение кометы всего в 10 градусах над горизонтом, на угловом расстоянии от Солнца в 32 градуса. Для этой сложной работы потребовались специальные красные светофильтры (красный свет легче проходит сквозь плотные слои атмосферы у горизонта — вспомним цвет Солнца на закате) и короткая экспозиция — всего 5 мин, не давшая изображению размазаться в результате атмосферных искажений.

Комета Хейла-Боппа движется почти по параболической орбите; пройдя в апреле 1996 г. мимо Юпитера, она в апреле 1997 г. сблизится с Солнцем на минимальное расстояние — 140 млн. км. В этот момент она будет находиться в 200 млн. км от Земли, и условия для ее наблюдения в

Северном полушарии окажутся очень удобными: угловое расстояние от Солнца 45 градусов и значительная высота над горизонтом. По самым скромным оценкам, видимый блеск кометы достигнет нулевой звездной величины (как у Веги), а возможно, и -1.5 зв. вел. (как у Сириуса). В этот период только яркий Юпитер, который тоже будет всю ночь на небе, сможет соперничать с ней в блеске. Особое удовольствие получат жители темных пригородов и обладатели биноклей — даже театральных.

Наблюдения кометы продолжатся до конца сентября 1996 г., когда она вновь станет невидимой в лучах вечернего Солнца, приближаясь к соединению с ним. Пока нарастание блеска кометы происходит в полном соответствии с ожиданиями астрономов. Если события будут развиваться так и дальше, то к началу 1997 г. комета Хейла-Боппа продемонстрирует нам великолепное небесное зрелище.

Открытым текстом

Мои заграничные вояжи

Академик И.М.Халатников

«РЕШЕНИЕ СО СРОКОМ»

В конце 70-х годов Национальная академия США в связи с гонениями, которые начались против академика Андрея Дмитриевича Сахарова, прекратила совместные научные программы с АН СССР. Поэтому формально наши советско-американские симпозиумы по теоретической физике как бы прекратили свое существование. Однако к этому времени уже действовала параллельно программа совместных симпозиумов с Объединенным институтом теоретической физики скандинавских стран (NORDITA), Институтом Нильса Бора в Копенгагене, с одной стороны, и Институтом теоретической физики им. Л.Д.Ландау — с другой.

Эти симпозиумы проводились формально на межинститутском уровне, но, как и ранее, в них участвовали теоретики со всего Союза. Координатором со стороны NORDITA был Ален Лютер, который уже назывался мною в ряду участников первого советско-американского симпозиума. К этому времени он переехал в Копенгаген. Обычно Ален Лютер для приезда в Москву собирал интернациональную команду, в которую входили ученые из США, а также Франции и других европейских стран. Так что фактически советско-американский симпозиум продолжал свою жизнь.

Особенно запомнилась встреча, которую мы проводили в сентябре 1979 г. на озере Севан. В известной степени она стала кульминацией в развитии этих событий. Симпозиум продолжался почти месяц. Мы жили в довольно комфортабельном доме отдыха, который нам помог получить Президент АН Армении Виктор Амазаспович Амбарцумян.

Некоторые из американцев приезжали на более короткий срок, сменяя друг друга. Стояла удивительно теплая осень, можно было купаться в озере. Свежая рыба из Севана и фрукты не исчезали со стола.

Среди американских участников можно назвать Боба Шриффера, Лео Каданова и других звезд. Выше я уже говорил об эффекте Кондо. По существу завершение этой эпопеи было впервые анонсировано на Севанском симпозиуме Павлом Вигманом — ему удалось решить проблему Кондо. Его первая публикация появилась вскоре после окончания симпозиума. Через некоторое время выяснилось, что независимо американский теоретик по фамилии Андрей получил аналогичные результаты. Должен сознаться, что работа Павла Вигмана произвела на меня огромное впечатление как технической мощью, так и необыкновенным изяществом результатов.

Научные дискуссии не прекращались ни на минуту, но ощущалось известное напряжение. Западные ученые проводили «закрытые» заседания на пляже, чем напоминали советские делегации за границей. В это время вопрос о правах человека в СССР приобрел особую актуальность, и зарубежные ученые, чтобы не потерять лицо у себя в стране, обязаны были показать свое отношение к этой проблеме. Но вместе с тем они очень ценили научное сотрудничество с нами и поэтому старались своими действиями не навредить гостеприимным хозяевам.

Насколько мне известно, все эти закрытые заседания не привели к каким-либо открытым выступлениям. Дело ограничилось посещением в Москве семинара «отказников».

Из вышеописанных историй читатель мог уже заключить, что разрешения на поездки за рубеж постоянно сопровождалось трудностями. Нужно к

этому добавить, что в случае отказов никогда никаких объяснений не давалось.

Получив отказ, я обычно долго мучился, пытаюсь догадаться о его причинах. В августе 1975 г. в Хельсинки проходила очередная конференция по физике низких температур (это область физики, которой я посвятил, можно сказать, полжизни). Конференция проходила сразу же после подписания знаменитого Хельсинкского соглашения. И нашей стороной, которая, несомненно, стремилась показать серьезность своего отношения к Хельсинкским соглашениям, была подготовлена неслыханно многочисленная делегация, включавшая ученых не только из АН, но и из других ведомств. В нее входило 50 человек, среди которых оказалось много людей, выезжавших впервые. Заметим, что Финляндия из всех западных стран считалась наиболее легкой для выезда, поскольку Советский Союз имел соглашение с Финляндией о выдаче «невозвращенцев».

Выезд должен был состояться в воскресенье. Как уже говорилось, разрешение обычно приходило в середине дня накануне выезда. В этом же случае уже в середине недели стало известно, что поступило «решение инстанций» на всех, кроме двоих. Этими двумя были Алексей Абрикосов и я. С Абрикосовым было все ясно, поскольку он в 1969 г. совершил настоящее «грехопадение», женившись на французенке. После этого он долго состоял в почти «невыездных». Ему разрешались поездки только в социалистические страны. Пункт о «моральной устойчивости» был основным в характеристиках, выдаваемых в райкомах партии.

Ситуация же со мной оставалась загадкой, и ее можно было принять за сигнал, что в «инстанциях» против меня задумано что-то серьезное. Однако в пятницу, в конце дня, появилось долгожданное «решение», позволявшее и мне, и Абрикосову отправиться в Финляндию. Несмотря на happy end, эта история заставила меня потом долгое время мучиться в догадках, что «они» имеют против меня.

Однако настоящий кризис случил-

ся в 1979 г. Эту историю я хотел бы рассказать более подробно.

В декабре этого года в Брюсселе должна была состояться очередная Сольвеевская конференция. Напомню, что эти конференции начали проводиться с начала века на средства ученого-химика Сольвея, изобретателя метода производства соды. По традиции они были немногочисленны, для участия в них приглашались лишь звезды физики и химии. Участниками первых встреч были А.Эйнштейн, М.Планк, Х.Лоренц и другие корифеи. До последнего времени уровень этих конференций оставался очень высоким.

Один раз, в 1973 г., мне посчастливилось участвовать в Сольвеевской конференции. Она была посвящена астрофизике. Как полагалось, по окончании ее все участники были представлены бельгийскому королю Бодуэну, во время нашей встречи проявившему заинтересованность теми космологическими проблемами, которыми занимался я, и мне показалось, что он внимательно слушал мои ответы. Тогда же я стал членом Сольвеевского комитета. Его возглавлял лауреат Нобелевской премии бельгийский физик Илья Пригожин, сын эмигрантов из России. Быть членом Сольвеевского комитета было очень престижно, и я дал согласие на это, не спросив позволения в Академии наук. А по правилам того времени на участие советского ученого в международных организациях требовалось решение «инстанций», аналогичное тому, которое давалось для выезда за границу. У меня в дальнейшем сложилось впечатление, что этот «грех» тянулся хвостом за мной многие годы.

На следующую Сольвеевскую конференцию в 1976 г. я не поехал. То ли мне не рекомендовали поехать, то ли конференция не была своевременно «включена в план». Включение в план было еще одним барьером, часто позволявшим отсекал нежелательные поездки.

Готовясь к Сольвеевской конференции 1979 г., я своевременно позаботился о включении ее в план международных связей АН, а также

подготовил предложения по составу делегации (расходы брала на себя приглашающая сторона).

Предлагая состав делегаций, всегда необходимо было соблюдать известный баланс, чтобы не раздражать «инстанции». Так сложилось в мире, что среди физиков-теоретиков — большой процент «лиц еврейской национальности», как тогда было принято говорить. Да и у нас в институте их хватало, хотя этот фактор никогда никакой роли внутри институтской жизни, естественно, не играл.

В состав предложенной делегации входили имевшие приглашения Яков Синай, Саша Мигдал, Игорь Климонтович, я, а также ряд других достаточно известных теоретиков, заведомо не обладавших никакими «недостатками». К сожалению, по тем или иным причинам эти «другие» отказались от поездки. В результате «наверх» пошла бумага со списком делегации, полностью состоящей из «лиц еврейской национальности», или, как тогда шутили, «инвалидов пятой группы»¹. Это вызвало там бурную реакцию. На заседание «выездной комиссии» был вызван для серьезной нахлобучки главный ученый секретарь АН Скрябин, подписавший указанную бумагу. По-видимому, возник вопрос, кто предложил такой состав и, естественно, было названо мое имя как руководителя делегации. Это навлекло на меня особый гнев присутствовавшего при этом генерала Г., заместителя председателя КГБ. Возмущенная комиссия приняла решение послать на Сольвеевскую конференцию Синай, Мигдала и Климонтовича. Меня же не посылать, а наказывать, запретив поездки за границу сроком на два года. Как будет видно из дальнейшего, окончательное решение принималось в КГБ.

Вынесение «решений со сроком» было выдержано полностью в духе организации, привыкшей давать «срока» в пору серьезных политических репрессий. Мне известен случай, когда один из моих коллег, не обладавший недостатком по пятой

графе, получил в 1970 г. после поездки на международную конференцию по физике низких температур в Шотландии более длительный срок наказания — 10 лет невыезда — и отбыл его «от звонка до звонка». Его вновь выпустили за границу лишь в 1980 г.

ПЕРЕПИСКА С АНДРОПОВЫМ

Вся история со «сроком» на два года меня сильно задела, но выглядела совершенно безнадежной, поскольку некому и некуда было жаловаться. Я попросил вице-президента АН, моего друга Евгения Павловича Велихова попытаться прояснить ситуацию. Он встретился с генералом Г., ответственным за злополучное решение, но вернулся от него подавленный и признался, что ничего сделать не удалось.

Остался последний шанс — поговорить с президентом АН Анатолием Петровичем Александровым. Его предшественник М.В.Келдыш не раз выручал меня в подобных ситуациях. Через несколько дней (это было в начале 1980 г.) Анатолий Петрович сообщил мне, что беседовал с генералом Г., но не смог его ни в чем переубедить. Под конец разговора он посоветовал мне попроситься на прием к Андропову, в то время председателю КГБ. Такой совет был для меня совершенно неожиданным, я засомневался: примет ли он меня? И когда получил утвердительный ответ, то задал последний, очень важный вопрос: могу ли я при обращении к Андропову сослаться на его, Александрова, рекомендацию? И получил положительный ответ.

После встречи с Анатолием Петровичем я несколько недель размышлял и не решался писать письмо Андропову. Во-первых, обращение к нему означало, что я «ввязываюсь в серьезную борьбу, в известной мере задевающую амбиции его заместителя генерала Г. Во-вторых, я не очень надеялся на то, что моя проблема, не имевшая большого государственного значения, может заинтересовать фактически второе лицо в государстве, у которого в это время и без того была

¹ Национальность указывалась в пятой графе анкеты.

постоянная головная боль и от начавшейся войны в Афганистане, и от чрезвычайного положения в Польше.

Наконец, встретивший меня случайно в Академии наук Анатолий Петрович сразил меня вопросом, написал ли я письмо Андропову. Это показало, что он к данному мне совету относится серьезно. Возможно также, что он как человек азартный уже заинтересовался начинавшейся игрой.

На следующий день я отправил письмо Андропову. Я понимал, что оно должно быть очень кратким, без упоминания каких-либо деталей, которые давали бы возможность его помощникам легко отписаться. Я просил принять меня в связи с непонятными проблемами, возникшими вокруг моих зарубежных поездок. Письмо начиналось словами, что я обращаюсь к Юрию Владимировичу по совету президента Академии наук. Это было моим главным козырем в будущей игре.

По прошествии некоторого времени мне позвонил старший помощник Андропова и пригласил встретиться в приемной КГБ на Кузнецком мосту, объяснив, что сам Андропов личные приемы не ведет. Говорят, что во дворе дома, где находится приемная, в годы массовых репрессий стояли длинные очереди с передачами для заключенных.

В назначенный час я вошел в большой кабинет с письменным столом, уставленным десятками телефонных аппаратов. Помощник Юрия Владимировича назвал мне свое настоящее имя и фамилию — Павел Павлович Лаптев. Это был человек средних лет, достаточно любезный, с усталым лицом. Ничего «генеральского» в его манерах не было. К сожалению, разговор не клеился. Тем не менее Павел Павлович исписал несколько страниц мелким убористым почерком и, доброжелательно попрощавшись, обещал внимательно разобраться в моем деле.

Прошло несколько месяцев, прежде чем раздался телефонный звонок, приглашавший меня снова в приемную КГБ. На этот раз в том же кабинете меня встретил человек с явно выраженной генеральской внеш-

ностью и манерами. Его амбициозность так и лезла наружу. Он назвался Иваном Михайловичем — явно вымышленным именем, как было принято в этой организации. Я интуитивно почувствовал, что у нас разговора не получится, поэтому решил ждать, что он скажет. Наконец он произнес: «Вы же разгласили Черноголовку!» Очевидно, имелось в виду мое интервью десятилетней давности журналу «Scientific American», в котором я называл хорошо известное уже в то время место, где находился научный центр АН. Я продолжал молчать, решив не втягиваться в бессмысленную дискуссию вокруг проблемы, не стоящей выведенного яйца и придуманной людьми, которые «опекали» АН.

Наконец, он выдал решение: «Вы можете ездить за границу, но не один и не в Америку». Я переспросил, что означает «не один», достаточно ли выезжать вдвоем. Он мгновенно отреагировал, сказав: «Нет, лучше больше». Тут я сразу понял, что вопрос был лишний, и решил больше вопросов не задавать. Как человек военный, Иван Михайлович сообщил мне, несомненно, буквально, резолюцию Юрия Владимировича. Свободу толкования ее я решил оставить за собой. В конечном счете я мог быть удовлетворен результатом, отменявшим решение генерала Г., а сохраняющиеся ограничения были данью чести его мундира.

Я снова начал выезжать, соблюдая принцип о поездке вдвоем. Как правило, этим вторым был мой близкий сотрудник, с которым мы опубликовали совместно много работ, поэтому наше появление за рубежом вдвоем не вызывало большого удивления, хотя в течение ряда лет мы выглядели, как Добчинский и Бобчинский.

К сожалению, моя переписка с Андроповым на этом не закончилась. В начале 1982 г. мы с моим постоянным спутником должны были выехать в Бразилию для чтения лекций в школе по космологии в Рио-де-Жанейро. Примерно за неделю до отъезда я встретил в Президиуме АН начальника УВС В.Добросельского, человека интеллигентного и доброжела-

тельного, проработавшего много лет на дипломатической работе, который сказал мне: «Я должен вас огорчить — вы в Бразилию не поедете, но меня просили передать, чтобы вы не обижались, поскольку знаете почему». И хотя эта информация содержала новый акцент — те лица, которые ранее сообщали о своих решениях безапелляционно, сейчас просили меня не обижаться.

Тем не менее я решил обидеться. Я почти сразу догадался, что тот чиновник, который готовил решение, по-видимому, стал изучать на глобусе, где находится Бразилия, и обнаружил ее на американском континенте. А поскольку в моем досье хранилась резолюция, запрещающая мне ездить в Америку, то он и подготовил отрицательное решение. В то же время мне было очевидно, что резолюция предусматривает запрет только на выезд в США. Я снова написал письмо Андропову, которое на этот раз было более подробным, поскольку я мог сослаться на решение, принятое им за два года до этого. Прошла неделя — никакой реакции, в КГБ было не до меня. КГБ находился в шоке — покончил самоубийством первый заместитель Андропова и человек Брежнева генерал С.К.Цвигун. Подробности этой драмы (не исключено, что полувывымышленной) читатель может найти в известном бестселлере Эдуарда Тополя и Фридриха Незнанского «Красная площадь».

Наконец, уже похоронили Цвигуна, несколько дней осталось до предполагаемого отъезда, а никакой реакции по-прежнему не было. Сознаться, я нервничал. Зная о первой резолюции Юрия Владимировича, решил сражаться до конца. Легко сказать — «сражаться», но как — я не знал. Наконец, за день до отъезда у меня дома в 8 часов вечера раздался телефонный звонок. Я услышал в трубке знакомый голос: «Говорит Иван Михайлович. Вы можете ехать в Бразилию». Я заметил: «Вот видите, Иван Михайлович, как можно было бы просто решить все вопросы, если бы у меня был ваш телефон», — на что он быстро отпарировал: «Вы же

видите: когда вы нам нужны, мы вас находим».

Хотя говорят, что последняя фраза была стереотипной для КГБ, я ее считаю оскорбительной и никогда не прощу ее тому, кто ее произнес.

Что же касается Павла Павловича, которого я упоминал вначале, то его имя, когда Андропов стал генеральным секретарем, фигурировало иногда в официальных сообщениях, он назывался старшим помощником.

История моей «переписки» с Андроповым — еще один штрих к портрету этой неоднозначной личности. Он вник в незначительное по его масштабам дело и защитил меня от самодурства своего заместителя.

Не секрет, что часть интеллигенции связывала свои надежды на лучшее будущее страны с приходом Андропова к власти. Мы очень мало знаем о наших «вождях». Создавалось впечатление, что он более интеллигентен и образован, чем Брежнев и его соратники. Да и некоторые становившиеся известными факты говорили в его пользу. Например, то, что Евгений Евтушенко мог звонить ему домой, когда арестовали Солженицына. Анатолию Петровичу Александрову, который хлопотал о Сахарове, высланном в Горький, Андропов сказал, что эта ссылка была самым «мягким» наказанием в условиях царившего в Политбюро психоза, когда другие его члены требовали значительно более суровых мер.

К сожалению, факты, ставшие известными позже, говорят скорее о том, что мы были склонны несколько идеализировать эту личность. Я имею в виду воспоминания генерала Калугина о подробностях организации убийства болгарского диссидента Маркова или ответ Андропова на письмо Петра Леонидовича Капицы в защиту диссидентов. Письмо Андропова Капице, жесткое по существу, написано сухонным языком и полно газетных штампов, характерных для того времени, и в нем совершенно не чувствуется какого-либо уважения к оппоненту.

Мой друг писатель Владимир Войнович показывал мне копию письма Андропова в Политбюро «О писателе Владимире Войновиче», сохранив-

шеется в бывшем архиве ЦК. В этом письме Андропов докладывает о том, что писатель Войнович пытается организовать в Москве отделение международного объединения писателей — Пен-клуба. Сообщается также, что по отношению к нему будут приняты специальные меры воздействия, если он не прекратит свою деятельность. Непонятен даже смысл написания такого письма, поскольку вряд ли Брежнев или другие члены Политбюро слышали когда-либо о Пен-клубе. Войнович же считает, что это письмо было направлено с целью получить разрешение на применение специальных мер воздействия.

Видимо, из того, что мы знаем, еще рано судить о личности Андропова.

80-ЛЕТИЕ ЛАНДАУ

В январе 1988 г. мы собирались отметить 80 лет со дня рождения Льва Давидовича Ландау. Не успели мы еще определиться с планами, как получили предложение от известного израильского физика Ювала Неймана провести в Тель-Авиве международную конференцию по теоретической физике, посвященную этому событию.

В то время официальные отношения с Израилем только начинали налаживаться, и делегации АН еще не выезжали в эту страну. Данное обстоятельство, а также естественная необходимость провести такую конференцию в Москве, создавали довольно сложную ситуацию. Поэтому возникла идея вместо указанных двух конференций провести одну в Копенгагене, в Институте Нильса Бора, где в свое время Ландау начинал свою научную карьеру. Относительно Копенгагена удалось договориться довольно быстро. Однако когда мы сообщили об этом в Израиль, то получили ответ, что там подготовка к конференции идет полным ходом и уже разосланы приглашения. С одной стороны, нельзя было не считать с этим фактом, но, с другой — приготовления к конференции в Копенгагене также начались. Выход из положения помог найти тогдашний президент АН Гурий Иванович Марчук. Он сумел получить в ЦК

КПСС разрешение послать на конференцию в Тель-Авив немногочисленную, но авторитетную делегацию. Что же касается копенгагенской конференции, то нам представилась возможность послать туда большую делегацию, включившую как учеников Ландау, так и многих других крупных теоретиков.

Проведение двух столь представительных юбилейных конференций исключало необходимость аналогичной в Москве. К тому же, поскольку конференция в Копенгагене проводилась в рамках нашей постоянной программы сотрудничества с NORDITA и Институтом Нильса Бора, то запланированная на следующий, 1989-й год, ответная конференция в Москве в рамках той же программы как бы восстанавливала баланс сил.

В результате летом 1988 г. были проведены последовательно две международные юбилейные конференции. В Тель-Авив прибыла первая в истории советско-израильских отношений делегация Академии наук СССР. В ее состав входили три академика: Людвиг Дмитриевич Фаддеев, директор Ленинградского отделения Математического института, Юрий Андреевич Осипьян, директор Института физики твердого тела, и я, представлявший Институт Ландау. Нашу делегацию тепло приветствовали на конференции. Трогательными были встречи с коллегами, эмигрировавшими в Израиль. Было приятно снова увидеть Наума Меймана, Марка Азбеля, Вениамина Файна, Сашу Воронеля и других. На этой конференции было также много ученых из США и Европы. Марк Азбель выступил с лекцией «To be a student of Landau». То, что представитель Харьковской школы Ильи Лифшица, никогда не работавший с Ландау и даже не сдававший ему экзамены теоретического минимума, выдавал себя в Израиле за ученика Ландау, могло вызвать только улыбку.

Мне пришлось дважды выступать с воспоминаниями о Ландау — сначала в Тель-Авиве, потом — в Копенгагене. Конференция в Копенгагене получилась очень представительной. От нашей страны приехало около 20

участников, среди которых было много членов АН. Программа включала обзорные доклады, представленные западными и нашими участниками.

Вся конференция прошла в необычайно праздничном стиле, советская делегация была окружена вниманием не только организаторов, но и посольства СССР. Посол Б.Н.Пастухов устроил большой прием для участников. Здесь хотелось бы отметить, что наше посольство в Копенгагене было традиционно гостеприимным по отношению к ученым из Советского Союза, посещавшим Данию. Б.Н.Пастухов продолжал традицию, которая начиналась еще при Н.Г.Егорычеве.

Мне пришлось несколько раз встречаться с послом Егорычевым в неофициальной обстановке и иметь с ним дружественные и откровенные беседы. Егорычев, по нынешней терминологии, — бывший партаппаратчик. Он занимал высокий пост первого секретаря Московского комитета партии, но посмел беспрецедентно открыто критиковать Брежнева и за это был «сослан» послом в Данию. На меня он производил впечатление умного и интеллигентного человека. В пользу этого говорит и тот факт, что Капица любил с ним играть в шахматы. Хотя, по правде говоря, я слышал о нем и не очень одобрительные отзывы. Все возможно, но это лишний раз подтверждает, что людей нельзя красить одним цветом.

В октябре 1989 г. мы провели в Москве ответный симпозиум совместно с NORDITA, который можно рассматривать как естественное продолжение конференции в Копенгагене 1988 г. Это последний из серии традиционных советско-американских и советско-датских симпозиумов, начало которой положил первый советско-американский симпозиум 1969 г. В течение двадцати лет эти международные форумы ученых играли очень заметную роль в прогрессе теоретической физики. Но всему приходит конец. Начался распад Советского Союза и «большой разъезд» советских ученых.

ПОСЛЕДНИЙ МУШКЕТЕР

В декабре 1989 г. Нью-Йоркская академия наук предложила провести совместно с Институтом Ландау небольшую советско-американский симпозиум по теоретической физике. Следует сказать, что членами этой академии могут быть все желающие, если они готовы заплатить ежегодный взнос. Она очень многочисленна и скорее напоминает клуб. О том, как происходит прием в Академию, хорошо говорит следующий факт. В 1994 г. она разослала приглашения вступить в ее состав 40 тысячам ученых, адреса которых она, по-видимому, нашла по их публикациям. Тысячи таких приглашений пришли и в Россию. Всякий заплативший около 100 долларов мог получить диплом Нью-Йоркской академии наук.

Так или иначе, но она проявила инициативу и провела симпозиум, за что мы должны быть ей благодарны.

Симпозиуму предшествовала взбудоражившая Институт Ландау инициатива, исходившая от туринских физиков Тулио Редже и Марио Разетти, о создании в Турине на базе ISI (Института научных обменов) филиала Института Ландау. Предполагалось, что сотрудники Института Ландау будут полгода поочередно работать в этом филиале.

С начала 1989 г. в Институте Ландау происходило большое «брожение умов». Ряд сотрудников из числа «звезд», такие как Саша Поляков, Костя Ефетов, уже имели приглашения на постоянную работу, и многие из тех, кто считал себя не хуже, тоже подыскивали позиции на Западе. Поэтому и возникла идея создания филиалов института, которые могли бы уберечь его от полного развала, грозившего ему в случае разъезда ведущих сотрудников.

Туринские физики были первыми, кто прислал нам приглашение о реализации нашей идеи. И было условлено, что сразу же после конференции в Нью-Йорке я прилечу в Турин для подписания протокола о намерениях. Но той же осенью вслед за предложением из Турина пришло

предложение из США, из Университета A&M в Техасе, о создании подобного филиала у них.

Предложение выглядело очень заманчивым — оно включало на той же «полуставочной» основе, что и в Турине, избрание шести почетных (исключительных) профессоров из числа наиболее известных людей Института Ландау и участие еще десяти профессоров, которые могли бы из года в год меняться. Это предложение выглядело более привлекательным, чем туринское, поскольку туринский институт не имел постоянного научного штата, с которым можно было бы взаимодействовать, он был создан лишь для проведения конференций и семинаров. Единственное, что меня серьезно смущало в американском предложении, это удаленность Техасского университета от Москвы и Европы, что потенциально таило в себе ряд проблем. За техасским проектом стоял известный теоретик Ричард Арновитт.

Мы условились с Львом Горьковым, который был в то время моим заместителем в институте, воспользоваться нашим приездом в США на симпозиум в Нью-Йорк, и побывать в Техасе для обсуждения их предложения. Мы так и сделали.

Знакомство с физическим факультетом этого университета оставило у нас обоим хорошее впечатление. Мы увидели высокий научный уровень. Но что меня особенно поразило — это американская деловитость в действии, с которой я там столкнулся. У проректора университета, принявшего нас, уже был проект соглашения, готовый для подписания, и сформированы фонды для этого довольно дорогостоящего проекта. Я был близок к тому, чтобы принять проект. Однако Лев Горьков, мнение которого для меня было существенно, проявил некоторую холодность и незаинтересованность. Это и решило судьбу проекта. Невозможно описать выражение лица проректора, когда мы ему сообщили о нашем отказе. Немаловажным мотивом для нашего отказа были также далеко продвинутые переговоры в Турине. Поставив на «туринскую

лошадку», мы совершили, как вскоре стало ясно, серьезную ошибку.

Из Техаса я прямо полетел в Турин, а Лев Горьков задержался в США, отправившись в Урбану, в Иллинойский университет. В этом университете работали наши старые друзья — Джон Бардин и Дэвид Пайнс. Тесно связан был с этим университетом также и Боб Шриффер, который в это время занимался созданием Национальной магнитной лаборатории во Флориде (в Талахаси).

В Турине был быстро подписан протокол о намерениях, согласно которому в начале 1990 г. группа наших специалистов в области сверхпроводимости в составе 12 человек должна была выехать в Турин на полгода. Однако реализация проекта с самого начала проходила с большими трудностями. Приехавшие в Москву в феврале Марио Разетти и его ближайшая помощница Тициана Бертолетти устроили настоящий торг, пытаясь снизить число участников до шести. Это было плохим сигналом.

В конце концов в результате острых разговоров сошлись на том, что в первой смене будет 10 участников из Института Ландау. В начале апреля эта первая смена во главе с Горьковым выехала в Турин. Они там проработали 5 месяцев, однако ожидаемого резонанса не только в Европе, но даже в Италии приезд и работа в Турине очень авторитетной группы физиков не имели.

В дальнейшем наш туринский проект после некоторых конвульсий бесславно скончался. Вторая же смена, которая должна была выехать в 1990 г. в Италию, в начале 1991-го благополучно приземлилась в Париже. В этой смене выезжал и я. Это был мой первый и последний выезд в филиалы Института Ландау, которые были созданы во Франции и Вайцмановском институте в Израиле.

Когда я в августе 1991 г. вернулся из Франции, выяснилось, что мой заместитель Горьков выехал на постоянную работу в США в Национальную магнитную лабораторию, организованную Бобом Шриффером.

Таким образом, последний из

моих мушкетеров, с которыми я начинал Институт Ландау, покинул поле боя.

Это был окончательный сигнал о том, что Институт Ландау в прежнем виде спасти не удастся.

С Львом Петровичем Горьковым нас связывало многолетнее сотрудничество. Он вместе с Робертом Георгиевичем Архиповым в некотором смысле внезапно появился в Институте физических проблем в 1952 г. в качестве студентов-дипломников. Они оба сдавали экзамены теоретического минимума, но их базовым был Институт атомной энергии. Однажды Ландау привел этих двух студентов, прибывших из Курчатовского института, и попросил меня пристроить их к какой-либо из специальных тем, которыми мы в те годы занимались (см. мою статью в журнале «Химия и жизнь», № 1 за 1994 г.). В 1953 г. Лев Горьков и Роберт Архипов стали аспирантами Ландау. Занимаясь специальной темой, они проявляли также интерес и к другим физическим проблемам. Мое взаимодействие с ними убедило меня уже тогда, что мы имеем дело с двумя очень талантливыми людьми.

Когда в конце 1953 г., через несколько месяцев после смерти Сталина, Ландау решил больше не возвращаться к «специальным проблемам по заданию правительства», то сказал мне: «Его больше нет (он имел в виду Сталина), я его не боюсь и больше этим заниматься не буду». И дальше добавил: «А этих двух аспирантов забирайте себе».

Таким образом я стал руководителем двух аспирантов — Горькова и Архипова. Ландау явно их в то время недооценил. Оба успешно подготовили у меня кандидатские диссертации. Горьков — по квантовой электродинамике частиц со спином 0 и 1, а Архипов — по теории сверхтекучести жидкого гелия. В дальнейшем по моей рекомендации Архипов перешел в Институт высоких давлений к Л.Ф.Верещагину, где в течение многих лет возглавлял теоретический отдел. Горьков оставался в Институте физических проблем, но Ландау смог оценить его талант лишь в 1958 г., когда Горькову

удалось переформулировать теорию сверхпроводимости в координатном пространстве и вывести уравнения Шредингера для двух гриновских функций, описывающих сверхпроводник.

Ландау к Горькову относился потом с симпатией, хотя и шутил, что побаивается его. Это, по-видимому, объяснялось строгим видом Горькова, который ему придавало пенсне.

Я горжусь тем, что оценил талант Горькова раньше, чем это сделал Ландау. У Горькова же отношение Ландау к нему в первые годы, по-видимому, оставило осадок на всю жизнь. Я иногда замечал это.

СОВЕТСКИЙ ДИРЕКТОР НЕМЕЦКОГО ИНСТИТУТА, ИЛИ НЕ В КОНЯ КОРМ

Весной 1988 г. в Швейцарии проходила известная международная конференция по высокотемпературной сверхпроводимости. Это было вскоре после открытия, сделанного К.Мюллером и Дж.Беднорзом, когда бум достиг апогея. В перерыве заседания ко мне подошел Питер Фулде, один из директоров (по-нашему зав. отделом) Института физики твердого тела им. Макса Планка в Штутгарте и сделал неожиданное предложение. Он и его коллеги решили пригласить одного из теоретиков Института Ландау на должность директора их института (всего в институте пять директоров, поочередно исполняющих административные обязанности). Идея показалась мне сразу достаточно безумной, чтобы, согласно Нильсу Бору, рассмотреть ее серьезно. Действительно, русский директор немецкого, довольно престижного института! Такого еще не было. Я попросил два часа на раздумье и пообещал в обеденный перерыв дать ответ. К обеду я уже созрел окончательно и пообещал Фулде в течение двух месяцев подыскать и порекомендовать ему две кандидатуры. Окончательный выбор оставлялся за советом института. Однако в начале лета Фулде позвонил мне в Москву и сообщил, что совет института сделал выбор в пользу Константина Ефетова, и желательно, чтобы уже в ноябре тот

приступил к исполнению должности директора сроком на пять лет. Следует сказать, что Ефетов в неофициальных рейтингах, которые я любил проводить в кругу моих друзей, всегда попадал в число двух лучших теоретиков института в области теории твердого тела. Будучи первоклассным физиком, он виртуозно применял метод функционального интегрирования для решения сверхсложных задач. Думаю, что в этом деле он не имел себе равных в мире.

В Академии наук идея командировать Ефетова в Германию сразу же получила поддержку. Всем было очевидно, что такое предложение полезно и для института и для Академии наук.

В институте же новость об отъезде Ефетова произвела эффект сильного землетрясения. Дело в том, что в институте можно было насчитать примерно 20 физиков, достойных занимать подобные должности в западных университетах и институтах. При этом все они знали себе цену (двенадцать членов Академии наук!). Да еще следует добавить такое же число сотрудников, которые, несколько себя переоценивая, считали, что они не уступают первым двадцати. Вся эта масса, естественно, примерилась к месту, полученному Ефетовым, и пришла к заключению, что и они могут заняться подысканием себе аналогичных должностей на Западе. Детонатор сработал, и «процесс пошел» — процесс утечки мозгов из института. Моей первой реакцией, направленной на спасение института от этого разрушительного процесса, была организация филиалов на Западе, о чем я уже писал.

Как нас учили много лет, если процесс нельзя остановить, то следует его возглавить. Однако также известно, что колесо истории остановить нельзя. Недавно я пытался произвести переучет бывшего «поголовья» института. В настоящее время примерно двадцать «голов» имеют постоянные позиции на Западе. Еще столько же — частично постоянные позиции, т.е. проводят в институте только незначительную часть времени. Что же касается Ефетова, то его карьера сложилась

не столь блестяще. Его контракт в Штутгарте окончился и не был возобновлен. Процесс разрушения фундаментальной науки в Германии, который был «успешно» проведен нацистами, дает о себе знать до сих пор. В стране, которая дала миру А.Эйнштейна, М.Планка, В.Гейзенберга и других корифеев, нет места для элитарной науки. Система организации науки и образования рассчитана на середняков. То, что случилось с Ефетовым в Институте Макса Планка, характеризуется известным выражением: не в коня корм.

МОЕ ХОББИ — ДАВАТЬ СОВЕТЫ

В 1990 г. после установления дипломатических отношений между Советским Союзом и Израилем было, по-видимому, решено эти отношения развивать. И первым шагом стало подписание соглашения о сотрудничестве между АН СССР и Министерством науки Израиля. В Иерусалим выехала делегация АН СССР в составе президента Г.И.Марчука, вице-президента Р.В.Петрова, главного ученого секретаря И.М.Макарова, начальника УВС С.С.Маркианова, в делегацию входил и я. Израильскую сторону на переговорах возглавлял Ювал Нейман, в то время министр науки.

Наша делегация посетила ряд университетов, был согласован список проблем для проведения совместных исследований. Энтузиазм израильских ученых, проявивших большой интерес к развитию научного сотрудничества, производил впечатление. Как затем выяснилось, аналогичный интерес был проявлен и нашими учеными. Делегацию принял премьер-министр Ицхак Шамир, лидер правой партии Ликуд. У Ювала Неймана была также небольшая своя партия, имевшая несколько мест в кнессете, и тоже правой ориентации.

О Ювале Неймане мне хотелось бы рассказать более подробно. Это физик-теоретик, имеющий мировую славу за открытие общеизвестной ныне симметрии в классификации элементарных частиц. Свое открытие он сделал независимо от американского физика М.Гелл-Манна, получившего



Участники Московской международной конференции по физике высоких энергий. Май 1957 г. Прием в доме Л.Д.Ландау. Вверху: М.Гелл-Манн, Ландау, Р.Маршак. Внизу: И.М.Халатников, А.Б.Мигдал, А.Пайс.



В пору Бакурианских симпозиумов. Вверху: А.Ф.Андреев и И.Е.Дзядошинский. 1964 г. Внизу: Анни Абрикосова. 1971 г. А.А.Абрикосова. 1966 г.



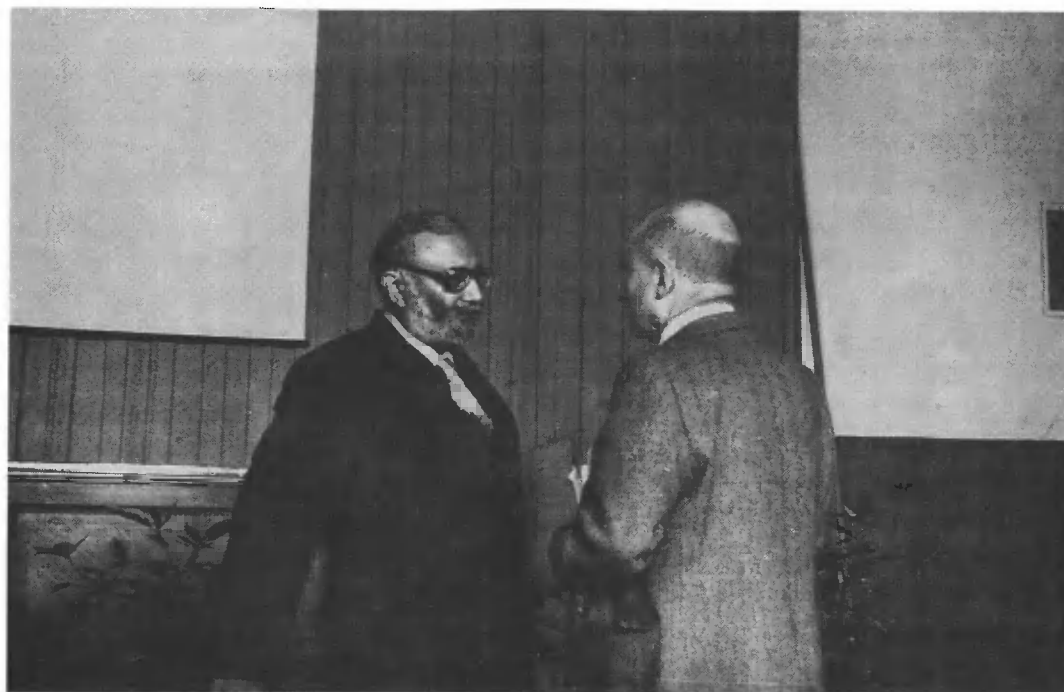


Международный центр теоретической физики в Триесте во время конференции, посвященной его открытию. 1968 г.

Фото Е.М.Лифшица

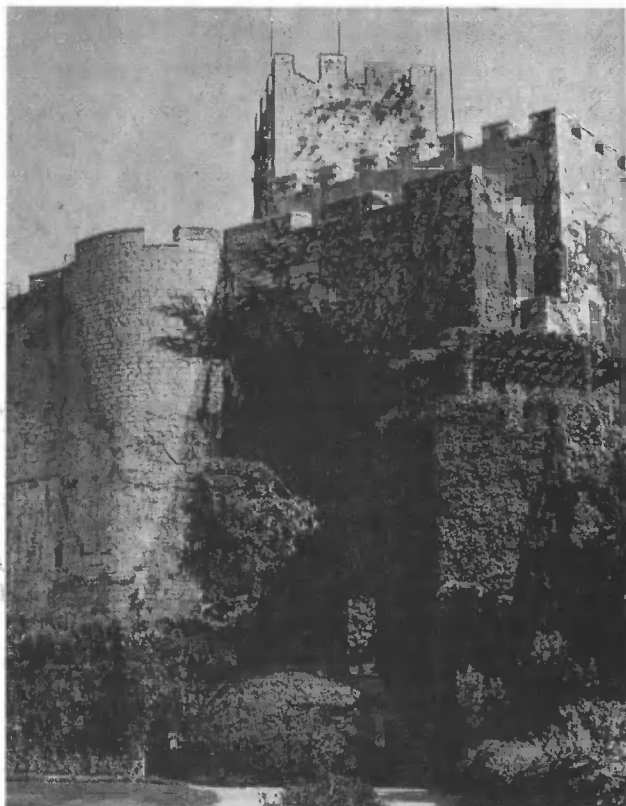
Абдус Салам, основатель и директор этого центра, и Е.М.Лифшиц.

Фото З.И.Лифшица



Замок Дуино близ Триеста, где известный меценат князь Турн-и-Таксис давал приемы в честь гостей Международного центра теоретической физики.

Фото Е.М.Лифшица



И.М.Халатников и Л.П.Горьков на симпозиуме «Ландау — NORDITA». Москва, 1989 г.





*Участники научных конференций, проходивших в честь 80-летия Л.Д.Ландау в 1988 г.
Вверху: Б.А.Миздал, Ю.А.Осильян, В.И.Гольданский, Ю. В. Шарвин, М. И. Рабинович,
В.А.Белинский, А.Ф.Андреев, А.А.Абрикосов.*

Фото И. А. Фомина

*Внизу: Л.П.Питаевский, А.Ф.Андреев, И.Е.Дзлошинский.
Оба снимка сделаны в Копенгагене.*





Вверху: Ю. Нейман, Ю. А. Осипьян, Л. Д. Фаддеев, И. М. Халатников во время конференции в честь 80-летия Л. Д. Ландау в Тель-Авиве. Внизу: сэр Руди Пайерлс и И. М. Халатников в Иерусалиме.



за это Нобелевскую премию. Тридцать лет тому назад он организовал в Тель-Авивском университете отделение физики и астрономии и много лет был ректором. Кроме того, он долгое время активно занимался политикой. О его «правизне» мне не хотелось бы судить, потому что, как мы знаем по собственному опыту, не всегда легко решить, кто правый, а кто левый.

Впервые я встретил Неймана в Брюсселе в 1973 г. на Сольвеевской конференции, о которой уже говорил. Зачоно мы друг друга знали, поэтому легко нашли общий язык. Как-то за ужином я обратил внимание на серьезность обстановки на Ближнем Востоке, чреватой новой войной арабов против Израиля. При этом я особенно нажимал на численное превосходство арабов. Очень трудно было рассчитывать на то, что несколько миллионов израильтян смогут долго противостоять 100 миллионам арабов. На это Нейман мне ответил, что этому обстоятельству не следует придавать значения, поскольку Израиль имеет очень большое превосходство в военном отношении и всегда сможет справиться с превосходящими его по численности арабами.

Через неделю после нашего разговора разразилась война, в которой Израиль был близок к поражению и которая лишь чудом закончилась для него успешно.

Через год я встретил Неймана в Риме на астрофизической конференции, и первым вопросом, который он мне задал, был: «Как вы сумели предсказать арабо-израильскую войну 1973 года?» Наш разговор в Брюсселе явно произвел впечатление, и он его трактовал как прямое предсказание этой войны. Я ему ответил, что никакими данными я не располагал и что все мои утверждения были сделаны тогда на основании интуитивного ощущения обстановки.

В 1990 г. после приема у премьер-министра Шамира, во время прощания, я шутя сказал ему, что у меня хобби — давать советы и что если ему это понадобится, — я всегда к его услугам. После того, как наша делегация покинула кабинет премьер-

министра, министр Нейман еще задержался там на некоторое время. О дальнейшем я знаю от него. Он слышал мою шутку и рассказал Шамиру о том, как я «предсказал» ему в Брюсселе войну 1973 г. за неделю до ее начала («войну Судного дня»). И здесь последовала совершенно неожиданная для него реакция Шамира, сказавшего: «За то, что ты не придавал значения вашему разговору в Брюсселе, тебя следует повесить». Как сейчас рассказывают, перед началом «войны Судного дня» весь Израиль говорил о грядущей войне, а тогдашний премьер-министр Голда Меир располагала даже данными о точной дате ее начала. Так что началу «войны Судного дня» предшествовали обстоятельства, очень сходные с теми, которые были накануне Отечественной войны 1941 г., а замечание Шамира следует рассматривать только как шутку.

События, которые произошли через короткое время после нашего возвращения в Москву, я склонен связывать с поездкой нашей делегации в Израиль. В это время в стране начались серьезные экономические трудности, и Горбачев был явно готов ухватиться за любую соломинку. В Москву были приглашены для встречи с Горбачевым министр науки и энергетики Израиля — наш знакомый Нейман и министр финансов Модай. Модай — несомненно, выдающийся экономист, сумевший остановить бешеную инфляцию в Израиле и добиться стабильности местной валюты. Как мне рассказывали, визит этих двух министров был организован в течение буквально одного дня, и они прямо от трапа самолета были доставлены в кабинет Горбачева, дожидавшегося их в 7 часов вечера в Кремле.

Моя фантазия в этом месте всегда рисует сидящего в сумерках и нервничающего в ожидании израильских министров Горбачева:-

В ходе визита договорились о конкретных экономических проектах, масштабы которых измерялись миллиардами долларов и сулили большие выгоды нашей стране. Позже я узнал, что ни один из этих проектов так и не был осуществлен. Как пошутил мой

знакомый, израильские министры не знали, что тогда уже начали действовать правила, согласно которым, прежде чем начинать серьезное дело, нужно «позолотить» кому-то ручку.

Мне и теперь часто хочется давать советы, поскольку многое видится со стороны лучше, да никто их не спрашивает.

ВМЕСТО ЭПИЛОГА

Не хотелось бы, чтобы у читателя сложилось впечатление об «эгоистическом» характере международных программ, которые в течение многих лет развивались под эгидой Института Ландау. В действительности эти программы с самого их начала включали теоретиков из всех основных физических центров страны; а советско-французская включала не только физиков-теоретиков, но и физиков-экспериментаторов. Основная цель, которую преследовали эти программы, — поддерживать высокий уровень всей отечественной физики. Для этого мы старались расширять круг участников за счет наиболее активных и творчески работающих физиков.

Приведу лишь один пример. Выдающийся физик и астрофизик, академик и трижды Герой Социалистического Труда, Яков Борисович Зельдович почти до конца своей жизни считался невыездным. Сейчас уже не секрет, что он был одним из творцов советского ядерного оружия. Даже через много лет после того, как он оставил эти занятия, ему разрешалось выезжать лишь в страны Восточной Европы. В 1986 г. наш институт проводил очередной совместный симпозиум с Институтом физики им. Г.Маркони в Римском университете, на этот раз посвященный астрофизике и космологии. Возникла уникальная возможность попытаться включить Зельдовича в состав делегации. Это и было сделано. Как показал результат,

момент был выбран правильно. К 1986 г. ограничения на поездки уменьшились. Вопрос о выезде Зельдовича, естественно, решался на высоком уровне, и сенсация состоялась. Легендарный Я.Б. впервые появился на Западе, в Риме. К сожалению, все это произошло довольно поздно, незадолго до его ухода из жизни.

Как учит физика, в любой замкнутой системе всегда идут процессы, ведущие к возрастанию энтропии. Но это относится лишь к суммарной энтропии системы. В отдельных частях системы энтропия может снижаться за счет повышения ее в других. В конце концов поэтому и возможна жизнь отдельных индивидуумов. Становление и расцвет Института Ландау совпал с периодом застоя в истории нашей страны, как принято сейчас характеризовать прожитые нами годы. Однако мы видели из фрагментов истории института, что в той системе всегда оставалась возможность для создания ниш, в которых шел творческий созидательный процесс. И это происходило не только в науке.

В настоящее время наша страна больше не представляет собой замкнутую систему, она лишь часть большой системы — мирового сообщества стран и народов. И эта часть теперь далека от равновесия. А в неравновесной системе могут идти процессы, предсказать направление которых, как правило, невозможно. Главная особенность Института Ландау состояла в том, что он почти с начала своего зарождения представлял собой часть мирового научного сообщества. Поэтому то, что произошло с институтом, может служить до некоторой степени моделью того, что ждет нашу страну. А главный урок — институт выжил, правда не в том виде, какой он имел когда-то и каким был задуман.

ФИЗИКИ ВСЕ ЕЩЕ ШУТЯТ

24 мая 1996 г. состоялось 1500-е заседание общезыфического семинара в Физическом институте имени П.Н.Лебедева РАН. Этот семинар в научной среде более известен просто как семинар Гинзбурга. Юбилейное заседание проходило дружно и весело: маститые ученые и гости поделались друг с другом накопившимися запасами юмора.

Пользуется заслуженной славой сборник «Физики шутят», вышедший впервые в 1966 г. и недавно (1993) переизданный издательством «Мир». Так что традиции в этом направлении «научной деятельности» уже сложились. Наше время, время ограниченно-го финансирования науки, казалось бы, не слишком подходит для шуток в ученом мире. Ан, нет! Шутят — а как, судите сами.

Как можно узреть из некоторых приводимых выступлений, главная шутка семинара состояла в самом поводе собрания: физики, как выясняется, догадались отмечать свои юбилей приближенно! Получился, так сказать, юбилей по порядку величины, установленный исходя из общего числа семинаров с ошибкой около 5%.

Но серьезным оправданием этой шутки может послужить другая оценка. Попробуем определить значимость научного собрания числом человеко-часов, совместно проведенных учеными в его работе. Тогда, за примерно 1500 двухчасовых заседаний, собиравших по 150—200 участников, семинар Гинзбурга получит оценку значимости, равную $5 \cdot 10^5$ человеко-часов. Какое еще научное собрание может стать его конкурентом? Разве что заседания президиума Российской академии наук за всю его 270-летнюю историю. Да и за границей серьезные соперники что-то не припоминаются.

Чтобы напрочь отвести возможных конкурентов на включение в книгу рекордов Гиннеса, отметим тот уникальный факт, что уже более сорока лет семинаром бессменно руководит академик В.Л.Гинзбург. Редакция «Природы» поздравляет Виталия Лазаревича, нашего давнишнего автора и внимательного читателя, с 80-летием, которое произойдет 4 октября 1996 г. Надеемся, что хотя бы эта дата соответствует истине не по порядку величины, а по крайней мере с однодневной точностью (сиречь с относительной погрешностью 0.003%).

«Что сделалось смешным, не может быть опасным»

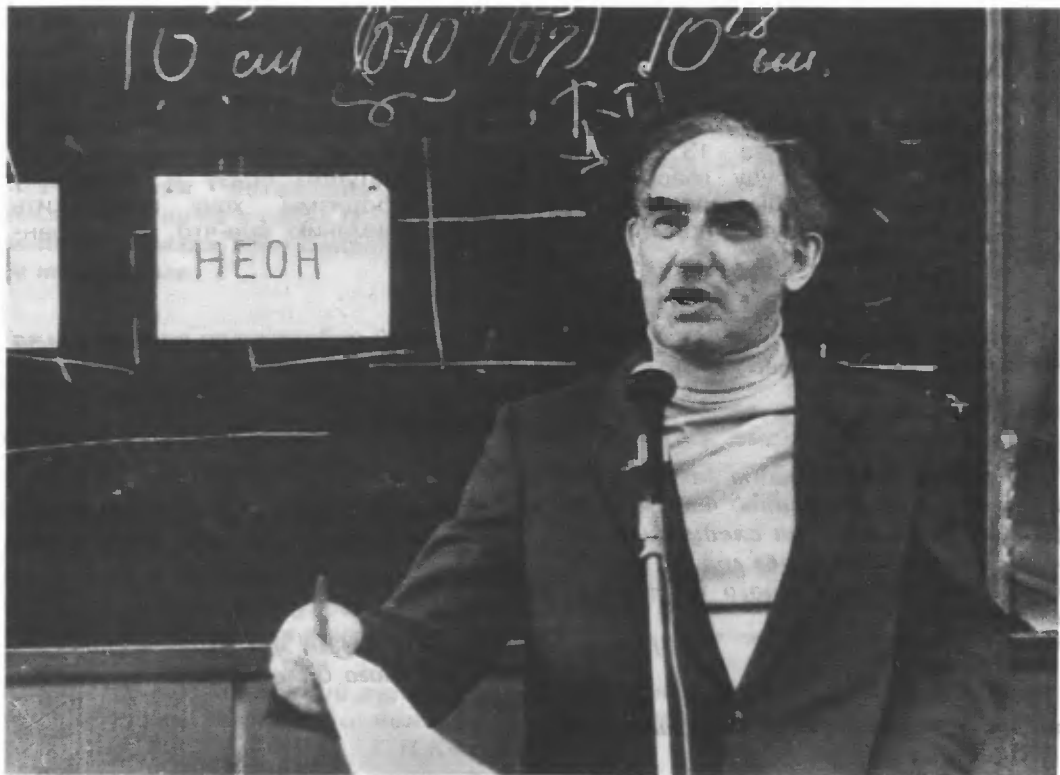
Академик В. Л. Гинзбург
ФИАН им. П.Н.Лебедева

Наш семинар, можно сказать, возник спонтанно, в 1956 г. В ФИАНе всегда был большой, хороший семинар Игоря Евгеньевича Тамма, на который я ходил еще со студенческих лет. Игорь Евгеньевич очень увлекался элементарными частицами. Со временем как-то тесно стало на том семинаре, так что мы организовали свой маленький семинарчик. Никто не зафиксировал точную дату этого собы-

тия. Позже Борис Михайлович Болотовский — первый секретарь семинара — начал регистрировать заседания.

Семинар становился популярным. В 70-е годы на него ходило по 250—300 человек. Спросите, почему? В частности, потому, что трудно было пройти. Надо было паспорт показывать. А кроме того, семинар был отдушиной в то затхлое время. На него стекалась масса народу, как в клуб.

В среднем в год проходит по 38—39 заседаний. Тысячное мы отме-

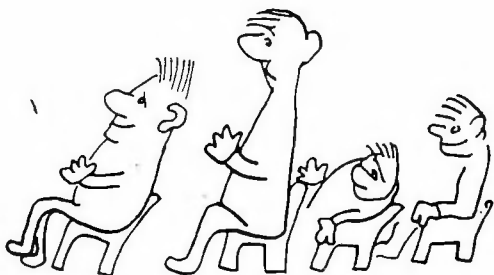


Виталий Лазаревич Гинзбург ведет юбилейный, 1000-й семинар.

тили как юбилейное. Это было 13 лет назад, 2 марта 1983 г. Народу собралось, пожалуй, столько же, сколько сегодня. Все остряли, как могли... И вот мы дожили до 1500-го.

Сейчас семинар находится на некотором спаде. Ходит в среднем около ста человек, и это не так мало. Другое дело, что люди стали менее

активны. Многие уехали за границу, меньше хороших докладов. Вообще атмосфера изменилась. Я не могу это точно сформулировать, но интерес к науке поубавился. Как «отдушина» семинар уже не играет прежней роли. И вход на него свободный. А главная причина — я стал хуже. Есть такое выражение: «Стал хуже ловить мышей». Агата Кристи говорила про своего мужа, что он ценит ее тем больше, чем она старше. Он у нее



был археолог. Но физики — не археологи. Своих старших товарищей они, может быть, и ценят, но ведь не археологи.

Что касается следующего юбилея, то он состоится через 13 лет, в 2009-м году. Я не буду говорить о себе, но желаю, чтобы большинство присутствующих смогли прийти на 2000-е заседание.

Главный урок истории заключается в том, что человечество необучаемо.

У. Черчилль

Политический талант заключается в умении предсказать, что может произойти завтра, на следующей неделе, через месяц, через год. А потом объяснять, почему этого не произошло.

У. Черчилль

Тому, кто ничего не знает, но считает, что знает все, политическая карьера обеспечена.

Б. Шоу

Демократия — это гарантия, что нами руководят не лучше, чем мы того заслуживаем.

Б. Шоу

Революции никогда не облегчали бремя тирании; они лишь перекладывали это бремя с одного плеча на другое.

Б. Шоу

Б. Рассела спросили: готов ли он умереть за свои убеждения. Он ответил: «Конечно нет! Ведь в конце концов я могу ошибаться!»

Все тираны, когда-либо жившие на свете, тоже верили в свободу — в свободу для самих себя.

Э. Хаббард

В России две напасти: внизу — власть тьмы, а наверху — тьма власти.

В. А. Гиляровский

На этом торжественная часть окончена. Художественная состоит из выступлений трудящихся. Цензуры не было, и я совершенно не знаю, кто о чем будет говорить, а выступающих я расположил в алфавитном порядке. Сам я выступлю сразу и, поскольку люблю афоризмы, хочу предложить вашему вниманию кое-что из собранного мною.

Главный недостаток капитализма — неравное распределение благ. Главное преимущество социализма — равное распределение лишений.

У. Черчилль

Большевики сами создают себе трудности, которые с блеском преодолевают.

У. Черчилль

Только Ленин мог бы вывести русских из этого болота, куда он сам их завел.

У. Черчилль

Большевизм — это не политика, это заболевание... это не кредо, это чума. Как и всякая чума, большевизм возникает внезапно, распространяется с чудовищной скоростью, он ужасно заразен, болезнь протекает мучительно и заканчивается смертельным исходом; когда же большевизм, как и всякая тяжелая болезнь, наконец отступает, люди еще долгое время не могут прийти в себя... Пройдет немало времени, прежде чем их глаза вновь засветятся разумом.

У. Черчилль

Худшая реклама социализма (как и христианства) — его приверженцы.

✠ Дж. Оруэлл

Судьба обошлась с Россией безжалостно. Ее корабль затонул, когда до гавани оставалось не более полумили. (1917 г.)

У. Черчилль

Коммунизм пал сам по внутренней своей слабости, ибо он оказался лекарьством опаснее самой болезни.

Папа Иоанн Павел II

Российская революция указала всему миру пути к социализму и показала буржуазии, что близится конец ее торжества.

В.И. Ленин

Советский Союз является самой мощной гарантией социального прогресса, человеческое счастье находится под его защитой.

Р. Роллан

Я со своими коллегами был в туннели, который прокопали между Францией и Англией, и должен был вручать медаль В. Шухова его строителям. В управлении я увидел такую надпись: «Только при социализме можно построить такой туннель — при капитализме это невозможно».

С.П. Капица

В России мне больше всего понравилась полное отсутствие духа собственности. Этого оказалось достаточно, чтобы в народе пробудилось чувство человеческого достоинства.

Р. Тагор

У народа в социалистической стране должно быть высоко развито чувство изящного.

М.И. Калинин

**Течет вода Кубань-реки,
Куда велят большевики.**

Надпись на мосту через Кубань

Зюганов — не Ленин, второй раз не обманет.

Плакат в Воронеже на демонстрации

Знаете, какая разница между больницей и тюрьмой? Никакой. Но в тюрьме хоть знаешь свой срок.

М. Светлов

Пусть команда Курчатова пока работает... Расстрелять всегда успеем.

Л.П. Берия

Любовь — творец всего доброго, возвышенного, сильного, теплого и светлого.

Ф.Э. Дзержинский

Секретность — это передовой край нашей обороны.

А.Я. Вышинский

Чем дольше я живу, тем больше склоняюсь к мысли о том, что в солнечной системе Земля играет роль сумасшедшего дома.

Б. Шоу

Астрономы часто ошибаются, но никогда не сомневаются.

Любимое замечание Л.Д. Ландау

У кого есть наука, тот не нуждается в религии.

И.В. Гете

Национальной науки нет, как нет национальной таблицы умножения.

А.П. Чехов

Тысячи путей ведут к заблуждению, к истине — только один.

Ж.Ж. Руссо

Фантазия важнее знания.

А. Эйнштейн

Если люди долго спорят, то это доказывает, что то, о чем они спорят, неясно для них самих.

Вольтер

Страсти — враги покоя, но без них не было бы ни искусств, ни наук, и каждый дремал бы нагим на куче своего навоза.

А. Франс

Тот, кто умеет, — делает; тот, кто не умеет, — преподает.

Б. Шоу

Если хочешь, чтобы у тебя было мало времени, ничего не делай.

А.П. Чехов

Никакая цель не высока настолько, чтобы оправдывала недостойные средства для ее достижения.

А.Эйнштейн

Когда недалекий человек делает что-то постыдное, он всегда заявляет, что это его долг.

Б.Шоу

Что сделалось смешным, не может быть опасным.

Вольтер

Одно из величайших бедствий цивилизации — ученый дурак.

К.Чапек

Ученость в дураке несноснее всего.

Мольер

Бывают люди, которым знание латыни не мешает все-таки быть ослами.

С.М.Сервантес

У всех у нас хватит сил пережить чужие несчастья.

Ф.Ларошфуко

В здоровой старости плохо только то, что и она проходит.

Автор неизвестен

Тот, кто страдает раньше, чем нужно, тот страдает больше, чем нужно.

Л.А.Сенека

Люди ищут пути на небо по той простой причине, что они сбились с дороги на земле.

Г.В.Плеханов

Не все же разглагольствовать о том, каким должен быть человек, пора и стать им.

М.Аврелий

Есть люди, которые становятся скотами, как только с ними начинают обращаться, как с людьми.

В.О.Ключевский

Джентльмен — это такой человек, общаясь с которым каждый невольно тоже становится джентльменом.

Б.Рассел

Леди Астор: **Если бы вы были моим мужем, я бы подсыпала вам яду в кофе.**

Черчилль: **Если бы вы были моей женой, я бы этот кофе выпил.**

Глупость — дар божий, но не следует им злоупотреблять.

О.Бисмарк

Нет ничего глупее желания всегда быть умнее всех.

Ф.Ларошфуко

Лишь самые глупые и самые умные не могут измениться.

Конфуций

Правда иной раз гнется, но никогда не ломается и всплывает поверх лжи, как масло — поверх воды.

С.М.Сервантес

«О разложении Гинзбурга»

Г. А. Аскаръян,

доктор физико-математических наук

Институт общей физики РАН

Юбилей, который мы все празднуем, — великий юбилей. Он находится на одной ступени с 1500-летием принятия христианства... в Армении и 1000-летием — на Руси, а также с 300-летием дома Романовых. Что объединяет всех собравшихся в этом зале? Сила, которая нас объединяет, сильнее сильных мира сего. Ведь каждый сидит и говорит сам себе: «Мне ничего не понятно». Но все вокруг хранят молчание, а потому очевидно, что окружающим тоже ничего не понятно. Значит, нам всем не понятно, и тогда мы — единая сила. Ведь в чем сила музыки Баха? Как заметил выдающийся скрипач Иегуди Менухин, до Баха композиторы и поэты говорили: «Я страдаю», — и лишь тот сказал впервые: «Мы страдаем».

Эта объединенность участников семинара очень важна в наше время, когда народ начал разбегаться кто куда. И здесь, как в окопах, сидят люди, которые держат фронт науки в России. И делают это вполне достойно. Руководить семинаром — это не только тяжелое бремя, но и большое удовольствие. В последнее время поступили сигналы, что Виталий Лазаревич проявляет не такой уж покладистый характер. И насчет «мышей» он зря сказал, что «не ловит». Ловит, да еще как.

Начал я недавно читать журнал «Письма в ЖЭТФ». Статья называется «О разложении Гинзбурга—Ландау», автор — женщина. Ну, раз женщина, ясно, что история аморальная. Раньше писали в партком, теперь некуда, вот и пишут в журнал.

Недавно открыли засекреченные прежде архивы. Там очень много интересного. Я провел собственный поиск и сразу обнаружил: у советской термоядерной бомбы два отца — Сахаров и Гинзбург и одна мама —

Берия. Видимо, характер взаимоотношений Лаврентия Павловича и Виталия Лазаревича был таков, что Берия уже не допускал до себя Виталия Лазаревича. Значит, что-то было... Да, Виталий Лазаревич от рождения — человек очень беспокойный, великий изобретатель. Он очень много открыл, очень много изобрел. Но так и не осознал, что ум изобретательный выше, чем ум теоретика, который пишет формулы, что-то там ищет, а формулы не оправдываются, не позволяют достичь высокого идеала. А вот открытие Гинзбургом новых способов генерации субмиллиметровых волн вызвало подъем у многих физиков и породило новую область радиоэлектроники.

Теперь я хочу сказать следующее. Виталий Лазаревич, мы все очень ценим то, что вы делаете. Вы держите людей в научном напряжении, но всякий мучается без книг и журналов. Денег нет ни на то, ни на другое. Нет денег даже на дорогу на семинар. Сорос помог, но лишь отчасти. Поэтому мы решили воспользоваться вашим именем для получения нескольких изданий. Вам прислали письмо, будто бы в Талмуде обнаружена общая теория относительности. Мы надеялись, что Гинзбург поступит, как молодой Гинзбург, и ответит: «Пришлите немедленно Талмуд». И тогда в нашей библиотеке появится еще одна очень умная книга. Но В.Л. ответил: «Я не религиозный человек, обратитесь к религиозным деятелям. Вот если в Талмуде обнаружится теория сверхпроводимости, попросите тогда для нас несколько томов».

В целом мне очень нравится семинар, особенно — широтой тем и взглядов. Но времени на его посещение совсем не остается. Ведь я поступил очень мудро и запасливо, как хомяк. В юности я записывал идеи, которые надо реализовать. А

теперь по достижении солидного возраста мне это надо осуществить, а времени уже мало. Поэтому старость у меня получается очень тяжелой.

Самое интересное и красивое в физике — «придумывать», точнее — предсказывать новые эффекты и направления. Этим я занимался всегда и всласть. Гораздо хуже у меня получалось с выводом законов и формул. Помню, однажды обратился ко мне сотрудник Д-кин и с упреком сказал: «Вот ты добился известности, тебя все знают, а я с утра до вечера работаю, а что толку?!» Поскольку это был действительно прилежный сотрудник и к тому же с мужицкой физической смекалкой, я решил придумать для него какой-нибудь закон и придумал «закон сохранения дерьма, которое перетекает из эпохи в эпоху», — так называемый закон Д-на — и стал о нем рассказывать направо и налево. Через некоторое время Д-на вызвали в партком и потребовали объяснений. Д-н сразу раскололся и сказал, что он ни при чем, а это все происки Аскарьяна. Его отпустили, но вызвали меня. Я категорически стал доказывать, что этот закон неверен и есть правая часть, поскольку дерьмо не сохраняется, а все время нарастает. На меня махнули рукой, как на законченного идиота, и больше не беспокоили. Но я понял, что не так

просто и безопасно заниматься чистой теоретической физикой.

Что касается семинара Гинзбурга, то я мог бы посоветовать ему приватизировать конференц-зал, сдать его коммерческим структурам, получить деньги вперед и на эти деньги поехать всем семинаром в зарубежное турне, как ездят хорошие оркестры. Проезжая через Швецию, выставить свою кандидатуру на выборы в премьеры, выиграть их безусловно (массовую агитацию обеспечат участники семинара), взять за рога Нобелевский комитет и решить раз и навсегда вопрос, который давно мучает В.Л. Но все это нужно решить до наших президентских выборов, сами понимаете почему. Однако я не даю этого совета, поскольку знаю, что В.Л. никуда не поедет, так как хочет остаться здесь и сохранять науку на Родине. Ибо, как говорили восточные мудрецы: «Отойдешь на сорок шагов от дома родного и почувствуешь себя сиротой во Вселенной». А уж кто-кто, а В.Л. знает, какая страшная вещь Вселенная с ее взрывающимися звездами и черными дырами.

Мы все очень высоко ценим то, что Виталий Лазаревич держит оборону российской физики, сохраняя ее корни, боевой дух и огневые рубежи. Спасибо ему за это от всех россиян.

«Я мыслю и на это существую»

Академик В. И. Гольданский

Институт химической физики им. Н.Н.Семенова РАН

Хочу выразить чрезвычайную радость от того, что опять нахожусь в этом зале. И портреты все те же, памятные мне по 1952—1961 гг., когда я работал в ФИАНе, и вокруг те же

Если бы друзья были так же надежны, как враги!

Вся беда в том, что у положительных людей больше отрицательных эмоций.

Дуракам закон не писан... Так стоит ли набираться ума?

© Гольданский В.И. «Я мыслю и на это существую».

лица. Я последую примеру В.Л. и тоже буду читать афоризмы, но свои собственные. Я их опубликовал в «Литературной газете» под псевдонимом О.Донской.

Весь коллектив испытывал чувство его локтя.

Точность — вежливость королей, а мы — люди простые.

Можете спокойно хамить ему — у него хорошо развито чувство юмора.

Добродетель всегда вознаграждается, порок же приятен сам по себе.

Жена друга много лучше, чем друг жены.

Любознательство к женщинам не должно быть праздным.

Каждый возраст имеет свою прелесть, но это начинаешь понимать только когда он проходит.

Здоровье у нас одно, а болезней — много.

Автор высказал мнение, соавтор — сомнение.

Краткость в романе была, но не хватало ее брата.

Действие равно противодействию... А бездействие?

Я мыслю и на это существую.

На смену энциклопедическому образованию пришло кроссвордное.

Самое редкое шестое чувство — чувство меры.

Болезни бывают от генов или от нервов: от родителей или детей.

Ничто так не сближает, как общие враги.

Если ты в гостях, ешь не то, что тебе больше всего хочется, а то, что раньше исчезнет со стола.

ТРАДИЦИОННЫЙ СБОР

Каждый вечер, придя с работы, инженер Лекалов собирается с мыслями.

В МИРЕ МУДРЫХ МЫСЛЕЙ

«Что посеешь, то и пожнешь!» — заключили ученые после многолетних попыток превратить овес в пшеницу.

НОВОСТИ ОТОПИТЕЛЬНОГО СЕЗОНА

Топят ли у вас? Как кого.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ НОВОСТИ

Ресторан «Лесная бэль» переименован в «Лесную сказку».

НАШИ ВЫВЕСКИ

Плавательный бассейн «Утопия». Протезный кабинет «Око за око, зуб за зуб».

«Предметы последней необходимости».

КРАТКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Страдает несварением головы.

Даром не выдаст.

Мечтает устроиться на доходное лобное место.

Пойдет далеко и, надеюсь, не вернется.

Обсчитал дьявола при продаже ему души.

Отбыл заключение за пренебрежные поговорки «Насильно мил не будешь».

Делает гадости от всего сердца.

Только что произошел от обезьяны.

Певец с совещательным голосом.

Из всех долгов отдает только последние.

На первый взгляд кажется неважным человеком, на второй взгляд — законченным подлецом.

СВОЕВРЕМЕННЫЕ МЫСЛИ

Если сказал А, не будь Б.

Единственный выход из безвыходного положения — обратно через вход.

Вььем за кнут и закусим пряником.

Товарищеский суд Линча.



Смерть вырвала дорогого товарища из наших рук.

Час пик. Век червей...

Осторожно — место красит человека!

От иного печатного слова тянет на непечатное.

«Предельно честен». Но не лучше ли — беспредельно?

Каждая кухарка должна научиться управлять государством, каждый монарх — готовить пищу.

«Лучше синица в руках, чем журавль вне»

Академик А. М. Дыхне

Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований

Как специалист по физике случайных систем, предлагаю набор случайных ошибок и совпадений, которые,

как мне кажется, влияют на смысл сказанного.

НОВЫЙ СЛОВАРЬ

Грант нах остен — поддержка ISF¹ Восточной Европы.

Гой еси! — лозунг Русской партии Щаранского.

Метание копий — секретарское занятие.

Ноухаудоносор — агент по передаче технологий.

Паранойя — жена хозяина ковчега.

Требуха (рус.-нем.) — трехтомник.

ПОСЛОВИЦЫ

Лучше синица в руках, чем журавль вне.

Каждый человек должен посадить (что-нибудь) кого-нибудь.

Сохраняйте импульс посредством памперса.

Путь из ворюг в греки.

Стало ниже среднего

У Маши настроение,

Не стало ниши среднего

Машиностроения.

(Глубокая рифма)

Мой дядя самых честных правил.

(Из воспоминаний племянника редактора)

Рука бойцов колоть устала.

(Записки военного врача)

Судьба эксперта сродни женской доле: все время приходится решать кому дать, а кому отказать.

Иногда обратная задача решается легче прямой. (Пример: безызлучательное разрушение лазера твердым телом.)

ОПЕЧАТКИ

Георгий-обедоносец.

Пророк сердца.

Вожделениниана.

Гетерианская пицца.

Голеностопный ямб.

Дзюгашвили.

Доцент Экзюпери.

Желательная резинка.

Журнал «При родах».

Иван-царевич на серой Волге.

Красавица списанная.

Каникулярная ангина.

Площадь Задержинского.

Свободное волеизъявление.

Страдательный заложник.

Требуйте Доливо-Добровольски.

Триумират (начало 80-х).

Шебурше ля фам.

На пути крынку молока.

Перекуси-поле (знатный косарь).

Сор Бонна.

Первоуродство.

Пей за жисть ты!

Клеветан.

Стремглавк.

Союзпечаль.

Соловецкий Союз.

Искажительница бытия.

Дзержиморда.

Сметопредставление.

Композитор Стипендиаров.

Новопредставленный (к награде).

Севка-урка, вещая каурка.

Притязательное местоимение: «я».

Себе-стоимость.

© Дыхне А.М. «Лучше синица в руках, чем журавль вне».

¹ International Science Foundation — Международный научный фонд Сороса.

ПАЛИНДРОМЫ

Ишаки лакали каши.
 Ницет у тещи.
 У глыбы лгу.
 Водила в НИИ инвалидов.
 Юон. Сев весною.
 Палиндром... и ни морд, ни лап.
 Отмечу папу чем-то.
 Рос сто лет лежа да желтел от ссор.
 Мажор рожам.
 Хутор протух.
 Гудение и недуг.
 Упер дед репу.
 Ешь не меньше.
 Ешь лобю, Нино, и больше.
 На море роман.
 Скелету шипя пишу телекс.
 Она и Петрофф—фортепиано.

Оголи милого.
 Молим о милом.
 Гене — денег!
 А Гога-депутат лапал Тату-педагога.
 Миром уморим.
 Оговорим мирового.
 Саван на вас.
 Лазер токамаку камак отрезал.
 Мала каска аксакалам.
 Догу год.
 Коростелю лет сорок.
 Я не моден, тут не до меня.
 Я и демократ стар-комедия.

Laminar animal.
 No melon, no lemon.
 Niagara far again.
 Mad stop: Potsdam.

«С.В.З.Э.П.»

Член-корреспондент РАН Д. А. Киржниц
 ФИАН им. П.Н.Лебедева

Господин руководитель семинара!
 Руководимые дамы и господа!

Сожалея о невозможности лично присутствовать на этом историческом заседании, хочу прежде всего несколько понизить пафос события. Ведь цифра «1500» не менее условна, чем «1996-й год от Рождества Христова». Известно, что до начала VI в. ничего такого не было, пока римский монах Дионисий Малый не предложил отсчитывать годы от рождения Спасителя, присвоив текущему году произвольный, хотя и правдоподобный номер 512. Уверен, что нечто в этом роде произошло и с семинаром.

Во всяком случае твердо знаю, что в первые годы, а может, и десятилетия, никто семинары не считал. Говорю уверенно, так как был их участником с первого заседания. Интересующимся историей могу сообщить,

что оно проходило осенью 1956 г. — в славное время после XX съезда в небольшой комнате теоротдела напротив дирекции, где сейчас библиотека. Число участников — менее десяти. Докладчик — В.П.Силин — реферировал статью Бома и Пайнса о динамической теории плазмы.

В те же годы я, незадолго до того вернувшийся в Москву, бурно занимался туризмом. И где бы мы ни ходили — от Подмосковья до Забайкалья, — всюду при виде согнувшегося под рюкзаком или тянущего байдарку по пояс в болоте интеллигента местные жители задавали нам стандартный вопрос: «С.В.З.Э.П.?» Так вот, мне уже давно хочется задать участникам этого семинара, которые мчались на него, недоспав, оторвавшись от семьи, отложив дела, тратя немалые часы на дорогу, тот же вопрос: «С.В.З.Э.П.?»

Как на Руси искали HiT_c

К. А. Кикоин

доктор физико-математических наук
РНЦ «Курчатовский институт»

«История государства Российского от Гостомысла до Тимашева» — сочинение графа А.К.Толстого, которое он сам пожелал оставить неоконченным, поскольку и в его время зазор между гласностью и свободой слова был весьма ощутим. Общий знаменатель, к которому сводится история России по графу Толстому:

Страна у нас богата,
Порядка ж нет, как нет, —

1

...Страна у нас богата,
Пьяна уже в обед.
Но дальнего порядка
В ней, как известно, нет.

И ближнего порядка²
Со свечкой не сыскать.
Поэтому приятно
На печке пометать.

Вот если б нам, как в сказке,
Чудесный проводок,
Чтоб по нему без смазки
Бежал чудесный ток.

и по сей день никаким числителем отменить не удастся, и потому нашу новейшую историю, в том числе и историю российской науки, можно изложить в том же ключе. Вот я и хочу предложить вниманию аудитории некий фрагмент неоконченной «Истории Российской физики от Ломоносова до Андреева», имеющий отношение к сегодняшнему заседанию: «Как на Руси искали HiT_c ¹».

Колол бы он поленья
И пек бы калачи,
Покуда мы проблемы
Решаем на печи.

И кто бы ни напился
Среди родных берез,
Какой бы ни родился
Общественный вопрос,

Он все равно упрется
В проблему HiT_c —
Так издавна ведется
На матушке-Руси.

© Кикоин КА. Как на Руси искали HiT_c .

¹ HiT_c — высокотемпературная сверхпроводимость. Одна из сказок науки XX в. Физики рассказывали ее друг другу семьдесят пять лет. В книге «Проблема высокотемпературной сверхпроводимости», созданной в теоретическом отделе ФИАН под руководством академика В.Л.Гинзбурга, описан тысяча и один способ получения HiT_c . Не читавшие этой книги Й.Беднорц и К.Мюллер нашли тысяча второй способ.

²Ближний порядок — воспоминание о недостижимом дальнем порядке (см. также Бозе-конденсат).

³Голландцы — народ, заселивший единственный уголок Европы, совершенно непригодный для обитания. Научились жить ниже уровня моря, изобрели микроскоп и телескоп, открыли Австралию, пособили России прорубить окно в Европу, усовершенствовали число π , придумали интеграл Стильтьеса, открыли питекантропа и наблюдали сверхпроводимость.

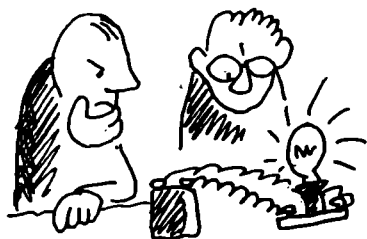
⁴Ландау и Гинзбург построили совершенно правильную теорию сверхпроводящего перехода, не зная, кто же, собственно, сверхпроводит. Ввели параметр порядка ψ , не очень понимая, в чем этот порядок состоит. Написали замечательное нелинейное уравнение, область применения которого далеко выходит за пределы теории сверхпроводимости и расширяется с каждым новым томом журналов «Physical Review Letters» и «Nonlinearity». Для определения этой области придумано специальное число G (число Гинзбурга).

⁵Бозе-конденсат — состояние природы, когда никто ничего не хочет: все равны друг другу и находятся в основном состоянии с нулевым импульсом. Поскольку возбудить какое-либо движение в этом состоянии можно только преодолев энергетическую щель, с системой ничего не происходит, если ее не подогреть снаружи. Поэтому в ней царит дальний порядок, когда никто и пальцем не шевельнет, а сверхток бежит сам по себе. Бозе-конденсация — наша хрустальная мечта. Говорят, ее недавно наблюдали в Америке.

⁶Механизмы сверхпроводимости — любимая игрушка теоретиков. У каждого уважающего себя теоретика

2

Покуда мы решали,
Где запад, где восток,
Голландцы не дремали
И наблюдали сверхток³.



Узнав про то, славяне
Сказали: «На Руси
Еси еще ландау
И гинзбурги еси.



Пусть франки и варяги
За стрелками следят,
А мы возьмем бумаги
И все разложим в ряд.

А мы напишем фазу,
Введем параметр ψ^4 ,
И воцарится сразу
Порядок на Руси.

Они там варят сплавы,
Кристаллики растят,
А мы слагаем главы
Про бозе-конденсат⁵.

И наши механизмы⁶
С фононами и без
 T_C единым разом
Поднимут до небес.



есть собственный механизм. Экспериментаторы уже давно научились не обращать на это никакого внимания. Они действуют согласно своим эмпирическим правилам типа: «Чем хуже проводит, тем лучше сверхпроводит». Наиболее упрямые из них занялись керамикой, из которой нормальные люди лепят горшки и изготавливают изоляторы для линий электропередач. Теоретики их предупреждали, что сверхпроводимость и магнетизм — две вещи несовместимые. Именно поэтому самые оговорченные технологи попытались сварить керамические сверхпроводники из магнитных окислов (см. об этом: Мюллер К., Беднорц Й. Речь, произнесенная по поводу вручения им Нобелевской премии).

³ См. примеч. 6.

⁴ РФФИ - Российский фонд фундаментальных исследований. Тем, кто получает гранты РФФИ, не нужно объяснять, что это такое. А тем, кто не получает, — и подавно.

⁵ Е.Г.Максимов — известный ученый. Сотрудник В.Л.Гинзбурга и современник примерно 150 нобелевских лауреатов. Согласно легенде, бытующей в определенных кругах, возводит свою родословную к К.Э.Циолковскому. Эта легенда косвенно подтверждается тем обстоятельством, что главная линия жизни Е.Г.М. проходит вдоль тракта Москва—Калуга. Один из авторов книги «Проблема высокотемпературной сверхпроводимости» (см. примеч. 1). Специалист по взаимодействию электронов посредством фононов (см. примеч. 16). Умеет описать любое явление с помощью комбинации из нескольких букв и метода функционала плотности — ФП (см. примеч. 14). Автор леммы: «Все, что существует в природе, описывается ФП», из которой следует теорема: «Все, что не описывается ФП, в природе не существует».

⁶ Красная рубашка — сподождежда Е.Г.Максимова (ср. цыганскую народную песню «Эх, да загулял...»).

⁷ Пайнс (D.Pines) — американский теоретик. Апологет нефононных механизмов сверхпроводимости. Начинается там, где кончается Е.Г.Максимов. Шриффер, Шоттки, Шафрот, Чу (J.R.Schrieffer, W.Schottky,

Забыли мы про бедность,
И дух наш воспарил». —
Но тут... технолог Беднорц⁷
Керамику сварил.

3

Досадно и обидно,
Что так устроил Бог,
Что грязные оксиды
Проводят чудный ток,

Что сдали мы за рубель
Потенции свои,
Что им сияет Нобель,
А нам — РФФИ⁸.

Но гул прошел в народе:
Мужайся, храбрый Росс, —
Еще у нас в колоде
Лежит козырный туз!

Ведь есть еще в России
Ученый — о-го-го!
Евгений Г.Максимов⁹
Фамилие его.

Лихи его замашки,
Своеобразна речь,
Красная рубашка¹⁰
С его свисает плеч.

Он боек по-московски
И резок, как трамвай.
Сам дядя Циолковский
Сказал ему: «Давай!»

Когда в любимой роли
К народу выйдет он,
Ему и в чистом поле
Не нужен микрофон.

Он с Пайнсом выпьет водки,
Он хлопнет по плечу
И Шриффера, и Шоттки,
И Шафрота, и Чу¹¹.

Он очно и заочно
Ругает хаббардизм¹²,
Затем, что знает точно
Секретный механизм.

И что б там ни писала
Шпана из ETH¹³,
Он нас функционалом¹⁴
Отвадит от греха.

И как бы ни финтили
Хмыри из MIT¹⁵,
Они свести не в силе
Нас с верного пути.

Покуда есть на свете
Хотя б один фонон,
Пока к единой сети
Компьютер подключен,

Покуда сердце бьется,
Пока горит душа,
Россия обойдется
Моделью БКШ¹⁶!

M. Shafrot, C.W. Chu) — современники Е.Г.Максимова, имеющие кое-какие результаты в физике твердого тела.

¹² *Хаббардизм* — мироощущение, описываемое гамльтонианом Хаббарда. Имеет две фазы: клиническую и вялотекущую (ср. *Функционал плотности*). Автор настоящего исследования уже много лет живет с диагнозом «хронический хаббардизм».

¹³ *ETH* — Eidgenossische Technische Hochschule (нем.) — научное заведение в Цюрихе, в котором обитает Морис Райс, главный проповедник хаббардизма.

¹⁴ *Функционал плотности* — универсальный метод вычисления чего угодно из первых принципов. Безотказен в употреблении. Исключительно полезен при охоте на гранты РФФИ и других крупных млекопитающих.

¹⁵ *MIT* — Massachusetts Institute of Technology (англ.) — местопребывание Инакомыслящих Теоретиков за океаном.

¹⁶ *БКШ* — магическая аббревиатура. За ней скрываются Дж.Бардин, Л.Купер и Дж.Р.Шриффер — три нобелевских лауреата, объяснившие человечеству, что электроны приобретают способность сверхпроводить в порядке компенсации за то, что преодолевают естественную тенденцию к отфалкиванию друг от друга, обменявшись виртуальными колебаниями. Принцип БКШ оказался универсальным и никем всерьез не оспаривается в отличие от модели БКШ. Согласно этой модели, электрону достаточно послать всего лишь один фонон приглянушемуся ему партнеру с противоположным спином, чтобы вызвать ответную симпатию. Как только экспериментаторы обнаруживают новый класс сверхпроводников, теоретики немедленно разбиваются на две партии — консерваторов и радикалов. Радикалы с механизмами наперевес пытаются разрушить стройную конструкцию БКШ или хотя бы пристроить к ней свои «сарайчики» и «флигелечки», но обычно им это не удается, и охранительные силы торжествуют. Чем закончится битва при *MIT*, пока неясно, но можно надеяться, что к двухтысячному семинару В.Л. Гиназбурга победитель будет уже объявлен.

Ответ К.А.Кикоину

Е. Г. Максимов,

доктор физико-математических наук
ФИАН им. Н.П.Лебедева

Я познакомился с Виталием Лазаревичем при таких обстоятельствах. По моему поводу Александр Иосифович Шальников звонил В.Л., и тот просил Д.А.Киржница побеседовать со мной. После этого мне было велено готовиться к экзамену в аспирантуру.

Я пришёл в ФИАН на экзамен. Помню, была жуткая жара. Я встретил Д.А.Киржница, который посоветовал, что, мол, было место в аспирантуру, но как только он сказал, что берет аспиранта, оно куда-то пропало.

Ну, что же делать? Раз экзамен назначен, так назначен. В конце концов не первый раз в моей жизни что-то пропадало. Я рассказывал В.Л. про

таммовские уровни часа два. Он поприставал ко мне, а потом и спрашивает: «А чей-то у нас было?» — «Экзамен был, в аспирантуру, — ответил Киржниц. — Но место пропало». — «Добудем. Вы только не волнуйтесь, добудем». После этого В.Л. вынул из кармана платок и очумело посмотрел на него — он был весь в узлах. «Господи, ну кому я чего наобещал сегодня?» — в сердцах молвил он. У меня все оборвалось внутри. «Не волнуйтесь, молодой человек. Вы ж тут не записаны. Да я запомню».

Не знаю, что было с теми, другими обещаниями, но мое было выполнено.

К.А.К...у

*Непременному заместителю Главных редакторов большинства
российских физических журналов*

Не стали оба крезами,
Как прежде, босяки.
И пишем, если трезвые,
Статьи, а не стихи.
Устали от болезней?
Угас в душе пожар?
А может, и полезнее
Пописывать в журнал?
Хоть платят ерундистику,
Но — мировой престиж.
Когда о хаббардистике
For соmpану¹ свистишь.
Своя рука владыка,
Подпишешь — все в печать:
И что, как прежде, лихо,
И что нельзя читать,
Про heavy-фермионы²
И про неНПс.

То ляпнут про фононы,
Святых хоть выноси.
Но публикуя орды
Любителей чудес,
Не забывай про «орты»³,
Что заданы с небес:
Что Бог не злонамерен;
Все истинное — просто;
Что можно все проверить
И после многих тостов;
Что я стою на страже —
Один на целый свет —
И отбиваю вражий
На BCS⁴ навет.
Не склонные к обиде,
Один завет храним —
Забывший: «Не судите», —
Не будет не судим.

© Максимов Е.Г. Ответ К.А.Кикоину.
(Сочинен после Юбилейного семинара.— Ред.)

¹ For соmpану (англ.) — за компанию.

² Heavy-фермионы — одно из любимых развлечений и увлечений К.А. Кикоина. По его мнению, это некоторая незаряженная квазичастица, возникающая в результате флуктуаций спина f -электронов в редкоземельных металлах.

³ Орты — векторы, задающие правильное направление.

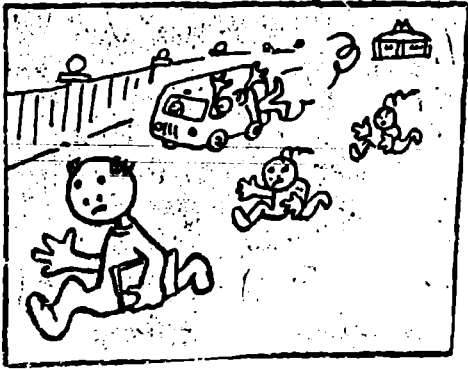
⁴ BCS — то же, что БКШ. См. примечание на с. 96.

«Семинар состоится в любую погоду»

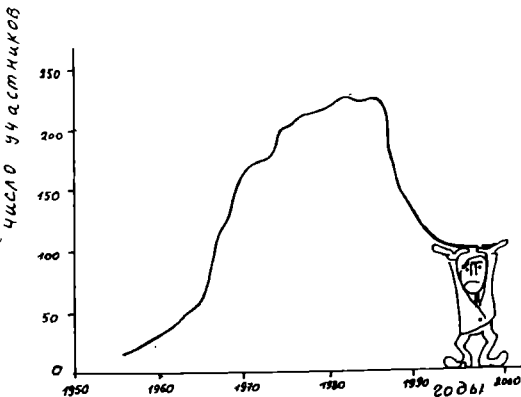
А. Г. Молчанов,

доктор физико-математических наук
ФИАН им. П.Н.Лебедева

С 1965 по 1988 г. я был секретарем семинара В.Л.Гинзбурга. Состав его участников был довольно разнообразный, научные работники приезжали со всех концов страны. Наряду с москвичами и жителями Подмосковья здесь появлялись ученые из Ленинграда, Томска, Новосибирска, Ростова и других городов. Часто приходили учителя и студенты.



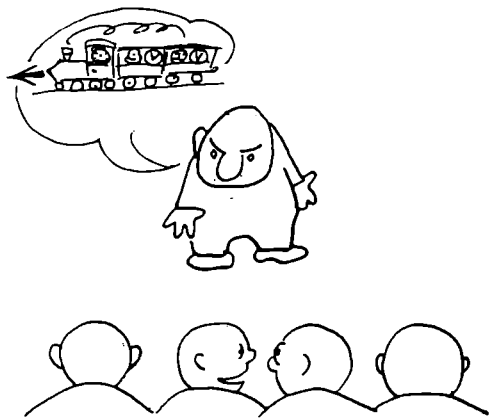
Если нарисовать график посещаемости семинара по годам, то широкий максимум с числом участников более 200 приходится на интервал между 75-м и 85-м годами. Такая феноменально высокая цифра посещаемости объясняется несколькими обстоятельствами.



Главная причина, несомненно, связана с личностью руководителя семинара. Виталий Лазаревич не просто руководит им, но и взял на себя труд на простом языке разъяснять по ходу доклада сложнейшие физические проблемы. «Семинар состоится в любую погоду», — любимая поговорка В.Л. и, действительно, каждую среду он проводит свой семинар, хотя возраст уже дает о себе знать, и иногда приходится преодолевать плохое самочувствие. Регулярность заседаний — вторая причина его успеха. Важнейшее обстоятельство — и общедоступность. Любой человек без предварительной записи может прийти в среду в ФИАН для обсуждения какой угодно проблемы, и не было еще случая, чтобы кто-то не смог попасть на заседание. В застойные годы это особенно нервировало власти, которые не раз пытались закрыть семинар или ограничить на него доступ. Трудно переоценить его роль в формировании того высокого научного уровня физической науки, который достигнут в нашей стране.

Конечно, на семинаре занимались серьезной наукой. Однако не обходилось без курьезов. Помню, как однажды решил выступить постоянный участник семинара А.Баранов. Это человек трудной судьбы, фронтовик. Надо сказать, что внешне он очень похож на Фантомаса, с таким же голым черепом. В перерывах между докладами он курил такой крепкий табак, что даже заядлые курильщики не рисковали приблизиться к нему менее чем на пять метров.

В его докладе речь шла о синхронизации часов в теории относительности. Докладчик произносит: «Представьте себе, несется световой поезд, в начале его находится световой пулемет и еще один световой пулемет в



конце состава. Когда поезд доходит до некоторой точки, начинает работать первый пулемет: «Ду-ду-ду-ду-ду...». И эта картина так увлекает докладчика, что, забыв обо всем и сжав кулаки, он начинает трястись, как будто в его руках настоящий пулемет: «Ду-ду-ду-ду...». Эту пулеметную стрельбу В.Л. останавливал минут пять, пока докладчик не успокоился и не перешел к вопросу о синхронизации часов. Но как только дело дошло до второго светового пулемета в конце состава, картина повторилась. Во время этой стрельбы публика забыла о чем, собственно, доклад, но В.Л. тем не менее удалось извлечь рациональное зерно, и в дальнейшем он способствовал публикации этой работы.

Другой постоянный участник семинара В.Кузнецов был грозой всех, кто писал длинные формулы на доске. Небольшого росточка, аккуратный,

подтянутый, лет пятидесяти на вид. Обычно в середине доклада, когда вся доска была испещрена формулами, он вставал и трагическим голосом произносил: «Виталий Лазаревич! На доске ошибка!» Зал замирал, докладчик мгновенно терял чувство речи и начинал лихорадочно просматривать, что же он такое написал. Тогда Кузнецов молча вставал, шел к доске и со словами: «Ошибка — вот здесь», — расставлял между формулами запятые. Затем с чувством исполненного долга он возвращался на место. Но прославился он не только этим.

Как-то в перерыве В.Л. шел из своего кабинета в зал заседаний, проходя в фойе мимо туалетной комнаты. Впереди показался известный ученый. Широко улыбаясь, он шел навстречу В.Л., издали протягивая руку, чтобы поздороваться. Внезапно из-за спины большого ученого вылетел Кузнецов и бросился к В.Л. с отчаянным криком: «Виталий Лазаревич! Не здоровайтесь с ним! Он не мыл руки!» Так была спасена жизнь академику, а о подвиге Кузнецова на следующий день знала вся научная общественность.

Самоотверженность и преданность науке — характерные черты участников семинара, особенно в наше время. После того как появилась возможность выехать за границу, количество участников семинара, естественно, сократилось, однако его высочайший уровень сохранился.

Итак, господа участники семинара, заседания продолжаются.

Стоп-кадры

Б.М.Сарнов,
литератор

Из маленьких историй, участником или свидетелем которых был я либо мои друзья, у меня уже составила целая книга. Назвать я ее хочу «Перестаньте удивляться (стоп-кадры)».

А ВОТ ТЫ ОБ ЭТОМ И ПОДУМАЙ!

Мой друг Борис Балтер лежал с инфарктом в Первой Градской. В просторной светлой палате их было трое. Один из его сопалатников был, судя по всему, какой-то мелкий

партийный функционер, другой — простой работяга.

В то время разворачивалась и с каждым оборотом набирала все большую силу очередная газетная кампания против академика Сахарова. Все разговоры в палате вертелись, естественно, вокруг этого сюжета.

Функционер, само собой, поливал академика, называя его отщепенцем и предателем. Упомянул про вычитанный из какой-то газетной статьи «синдром инженера Гарина». Боря вяло отругивался, понимая, что спорить бесполезно. Работяга, отвернувшись к стене, молчал.

Исчерпав все аргументы и проклятия, почерпнутые из газет, функционер вдруг внес в этот поток клишированных обвинений некую личную ноту.

— Ну скажи, чего ему не хватало? — вдруг совсем по-человечески спросил он. — Дача... Машина... Квартира... Зарплата у них, у академиков, тоже, я думаю, будь здоров... Трижды Герой Социалистического Труда. Значит, кремлевка. А ты знаешь, что такое кремлевка? Питание почти бесплатное. И какое питание! Не то что у нас с тобой... Нет, ты скажи: ну чего? Чего ему не хватало?!

И тут работяга, упорно молчавший на протяжении всего этого многодневного спора, вдруг отвернулся от стены, поднял голову, поглядел насмешливо на разгорячившегося функционера и сказал:

— Вот ты об этом и подумай.

АЛЛАХ НЕ ФРАЙЕР

Магомет-Султан, дагестанский писатель, с которым я подружился, рассказал мне, что бывший редактор местной областной партийной газеты, уйдя на пенсию, послал в ЦК свой партийный билет, объявив тем самым, что выходит из рядов КПСС.

Я изумился: в наших широтах ни о чем подобном мне слышать не приходилось.

— А что ты удивляешься? — сказал Магомет-Султан. — У нас многие так делают. Большие люди. Даже бывшие секретари райкомов или работавшие в аппарате ЦК.

— А зачем им это? — спросил я.

— Перед смертью с Аллахом помириться хотят. — Он усмехнулся. — Только зря все это.

— Почему зря? — задал я провокационный вопрос, не сомневаясь, что услышу в ответ что-нибудь насмешливо-атеистическое. Но услышал совсем другое.

— Не знаю, как ваш русский Бог, — сказал Магомет-Султан, — а наш Аллах не фрайер.

ПЛАКАТЬ, НО НЕ СЛИШКОМ!

Эту историю я слышал от Володи Лакшина, а он — от Твардовского.

Когда Сталин умер, всех, как тогда говорили, ведущих писателей собрали в Колонном зале, за сценой. Первым секретарем Союза писателей был в то время Алексей Сурков. Он то появлялся, то исчезал — уезжал в ЦК за руководящими указаниями. И вот, вернувшись в очередной раз, объявил:

— Внимание, товарищи! Я только что **оттуда!** — Он показал пальцем в потолок.



Все, разумеется, сразу поняли, откуда — оттуда. И поняли, что на сей раз он, наконец, имеет сообщить нечто важное.

Так оно и было.

В мгновенно наступившей тишине Сурков объявил:

— Сказали: плакать, но не слишком.

Институт «держит фронт»

Е. Л. Фейнберг,

доктор физико-математических наук
ФИАН им. П.Н.Лебедева

Я позволю себе, используя преимущество своего возраста, сказать несколько серьезных слов. Сначала замечания по поводу графика, который рисовал здесь Молчанов.

Я глубоко убежден, что это не упадок семинара, не «плохая ловля мышей» Виталия Лазаревича, а серьезное следствие эпохи, отнюдь не свидетельствующее об упадке нашей науки. До перестройки наука была по существу единственным местом, где честные, способные, изобретательные, непрерывно думающие люди могли обрести себя. Перестройка принесла новую форму такой деятельности. Принято говорить, что у нас господствуют коррупция, жульничество, хищение государственного имущества. Да, это все есть, но в то же время молодые люди обрели честное и интересное занятие коммерцией, где нужно непрерывно думать, изобретать — все 24 часа в сутки. Голова постоянно занята тем, чтобы найти выход из трудных положений, делать все профессионально и в известном, серьезном, смысле слова честно. Я думаю, что такой отток нужен обществу, и нет ничего страшного, что кривая несколько убывает.

Наш институт, я полагаю, может гордиться тем, что «держит фронт» в тех тяжелых условиях, в которых сейчас находится. Эту мысль я могу подкрепить цифрами. В теоретическом отделе ФИАНа примерно 70 научных сотрудников, включая аспирантов. Когда наступили тяжелейшие времена 91—92 годов, в течение первых полутора лет человек десять (хороших физиков) уехали за границу. Уехали, но поддерживают связь с институтом. А вот после 92-го у нас нет оттока, и приходит даже молодежь. Решающую роль в этом, вероятно, играет замеча-

тельный семинар Виталия Лазаревича. Я помню семинары, собиравшие по 500 участников, например тот, что был посвящен высокотемпературной сверхпроводимости. Семинар — это праздник Москвы. Он имеет особый характер благодаря В.Л., который вкладывает в него огромные силы, изобретательность, талант.

В своих воспоминаниях о И.С.Тургеневе А.Ф.Кони пишет, как тот молодым человеком жил в Петербурге на квартире, как говорили тогда, «у чухонки» и сильно горевал, потому что отец скупко посылал ему деньги из имения. Однажды хозяйка ему сказала: «Ифан Сергеевич, не нато расстраиваться, жизнь — это такой пренеприятный насеком». ...И мы все хорошо знаем, что жизнь — «пренеприятный насеком», а может, и больше, чем «насеком».

У А.С.Пушкина есть прекрасные строки:

Как мысли черные к тебе придут,
Откупори шампанского бутылку
Иль перечти «Женитьбу Фигаро».

(«Моцарт и Сальери»)

Доживи Александр Сергеевич до гинзбургского семинара, он бы увидел,





Юбилейный, 1000-й семинар, состоявшийся в апреле 1983 г. На переднем плане: Я.Б.Зельдович, А.Г.Маалчанов, ?, Б.М.Болотовский.

что сам В.Л. — «шампанского бутылка». И когда он управляет семинаром, бывает, что пробка попадает в кого-нибудь ненароком, бывает и обрызгивает шампанским. А вместо Бомарше с его остроумными и неожиданными поворотами мысли, оригинальными ходами сюжета на семинаре господствуют стремительная подвижность мысли, поразительное сопоставление, казалось бы, далеких вещей, устанавливается царство радостного братства. И этот зал, к которому мы так привыкли, который так любим, хотя на самом деле он построен в «стиле метро». В 50-х годах я был в Якутии, мне там читали стихи местного самодеятельного поэта, никогда не выдавшего Москву, но сочинившего восторженные стихи о столице, о метро.

Лица трудящихся сияют,
Весельем все озарены.
Передо мною все мелькают

Вестиблюи, вестиблюи...

Это, конечно, наш родной «вестиблюи». И мы все его любим, и здесь мы собираемся на наши радостные события. И если бы Пушкин дожил до сегодняшних дней, то сказал бы не «перечти "Женитьбу Фигаро"», а «в среду приходи на семинар».

Я выражаю глубокую благодарность Виталию Лазаревичу за то, что знаменитый семинар существует, процветает и будет существовать. Мы можем не ждать юбилейного 2000-го семинара, а праздновать и 1700-й, и 1800-й, если доживем, по крайней мере те из нас, кто будет здравствовать. Ведь это то, что спасет нас от «такого пренеприятного насекома» которым часто оказывается жизнь, то, что дает нам счастье. Спасибо Виталию Лазаревичу за его титаническую деятельность и за искрящееся шампанское, пенящееся буквально на каждом семинаре.

© Публикацию «Физики все еще шутят» подготовили **Л.А.Паршина** и **Е.Е.Бушueva**
© Рисунки **В. В. Михайлина**

Астрономия

Где наше место в Галактике?

Наша Галактика — Млечный путь — имеет форму довольно плоского диска с утолщением в центре. Солнце расположено примерно в 25 тыс. световых лет от этого центра, приблизительно на полпути к внешнему краю Галактики. На фоне этих уверенно установленных фактов явно недостаточными выглядят оценки значительно меньших расстояний, отделяющих Солнце от плоскости Галактики, т.е. от воображаемого «слоя», рассекающего ее «горизонтально» примерно посередине. Называемые до сих пор различными астрономами значения этой величины отличаются друг от друга в четыре раза.

Недавно эту величину уточнили Р.Хэмфрис и ее аспирант Дж.Ларсен (R.Humphreys, J.Larsen; Университет штата Миннесота, Миннеаполис, США). Их вывод основывается на подсчете количества звезд, видимых «выше» и «ниже» плоскости Галактики. Ведь если Солнце расположено над плоскостью, то, принимая за факт симметричную форму диска, количество звезд «над нами» должно уступать их числу «под нами».

Подсчитав звездные изображения на фотопленках, полученных на телескопе обсерватории Маунт-Паломар в штате Калифорния, исследователи пришли

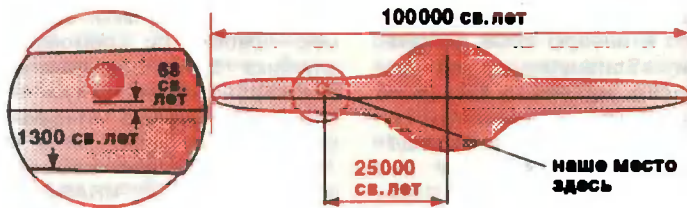


Схема строения Галактики.

Астрономия

Доставить комету на Землю?

О целой комете речь пока не идет, но о доставке ее отдельных «деталей» в Национальном управлении США по авионавигации и исследованию космического пространства уже говорят всерьез.

Разработан конкретный план, согласно которому в феврале 2004 г. с Земли отправится космический зонд под названием «Stardust» («Звездная пыль») с заданием сблизиться с периодической кометой Вильда-2, чтобы «снять с нее пробу».

Научные сотрудники университета штата Вашингтон в Сиэтле, которые конструируют соответствующие бортовые приборы, рассчитывают, что зонд подойдет к комете на расстояние не далее 100 км и пересечет ее внешнюю разреженную оболочку трижды: на подходе, в наиболее плотной ее центральной части и на выходе. Каждый раз из тылового конца зонда будет выдвигаться специальная доска поперечником около 1 м,

к выводу, что Солнце находится на расстоянии 68 световых лет над плоскостью Галактики. Точность определения весьма значительна: если раньше использовали положение нескольких сотен звезд, то теперь учтено несколько тысяч, что существенно уменьшает статистическую неопределенность.

Результат Хэмфрис и Ларсена подтверждает, что мы находимся «невдалеке» от плоскости Галактики, так как в районе Солнца толщина диска Галактики составляет примерно 1300 световых лет. Дело не только в том, чтобы удовлетвориться определением своего места во Вселенной. Сделанный ныне вывод поможет астрономам в оценке информации, описывающей куда более далекие районы Галактики, так как для интерпретации наблюдательных данных ученые принимают во внимание положение Солнечной системы, а оно до сих пор было известно не столь уж точно.

Astronomical Journal. November, 1995; New Scientist. 1995. V.148. № 1998. P.17 (Великобритания).

покрытая гелем, который способен удерживать любую попавшую туда пылевую частицу. Предполагается собрать примерно 10 тыс. частиц «звездной пыли» диаметром около 15 мкм и несколько более крупных — до 250 мкм.

К январю 2006 г. аппарат «Stardust» должен доставить на Землю весь свой сбор для лабораторных исследований. Комета Вильда-2 относится к числу так называемых «свежих», т.е. таких, которые за время своего существования сблизались с Солнцем всего несколько раз, следовательно, анализ ее мельчайших обломков позволит судить о составе Солнечной системы в период ее «молодости».

В 1995 г. российский астроном В.А.Бронштэн предложил послать космический зонд к комете Энке, имеющей самый короткий период обращения вокруг Солнца (3.33 года), соизмеримый с периодом Земли (3 периода кометы равны 10 периодам Земли). Автор изложил остроумный метод причаливания и загарпунивания ядра кометы. Закрепленная на ядре научная станция могла бы в течение длительного времени передавать сведения и о самой комете, и о межпланетном пространстве в диапазоне 0.34—4.6 а.е.

New Scientist. 1995. V.148. № 2007. P.11 (Великобритания);
Астрономический вестник. 1995. Т.29. № 1. С.24—27 (Россия).

Астрономия

«IRAS» — великий первооткрыватель

В 1983 г. был запущен нидерландско-британско-американский спутник «IRAS»

(«Infrared Astronomical Satellite»). Этот международный спутник для астрономических наблюдений в инфракрасной части спектра вел наблюдения в четырех диапазонах излучения, центрированных на длинах волн 12, 25, 60 и 100 мкм. За 10 мес. работы с помощью спутника было обнаружено в космосе около полумиллиона источников инфракрасного излучения!

Была открыта комета, получившая имя «IRAS» и оказавшаяся рекордсменом по сближению с Землей за последние 20 лет; наблюдались десятки астероидов, включая Фаэтон, представляющий собой ядро «выгоревшей» кометы (частицы его хвоста служат источником метеорного потока Геминиды).

Впервые было обнаружено несколько полос космической пыли, обращающихся вокруг Солнца в плоскости планетных орбит. Специалисты полагают, что полосы возникли при столкновении космических тел, принадлежащих к различным семействам из пояса астероидов, лежащего между орбитами Марса и Юпитера.

Ряд открытий сделан вне Солнечной системы. Так, звезда Вега в созвездии Лиры оказалась необычно ярким источником инфракрасного излучения. Оно исходит из ее оболочек, которая состоит из крупных пылевых частиц, обращающихся по орбитам вокруг звезды. Это наводит на мысль, что здесь идет процесс образования новой планетной системы. Обнаружены также сотни протозвезд, т.е. холодных звезд, находящихся на самой ранней стадии своего формирования.

Сюрпризы ждали исследователей и в межзвезд-

ном пространстве. Выяснилось, что частицы межзвездной пыли часто чрезвычайно сильно излучают на длине волны около 100 мкм. Из-за «пятнистого» распределения в пространстве и по аналогии с известным метеорологическим явлением обнаруженные скопления пыли получили название «перистых облаков». Полагают, что источником излучения служат аморфные зерна углерода и силикатов.

Необычно сильным оказалось и приходящее от межзвездной пыли инфракрасное излучение в полосах на длинах волн 12 и 25 мкм. Оно может свидетельствовать о температуре некоторых космических частиц в несколько тысяч градусов. Возможно также, что это излучение поступает от чрезвычайно мелких пылинки, поглощающих отдельные фотоны света и затем быстро остывающих. Наконец, не исключено, что оно порождается флуоресценцией коротких, но плотных молекул, состоящих из 50 и более атомов, например молекул полициклических ароматических углеводородов.

Спутник «IRAS» открыл множество очень ярких инфракрасных галактик, светимость которых в этом диапазоне превосходит светимость Млечного Пути в сотни и даже в десятки тысяч раз. По-видимому, эти галактики находятся в стадии грандиозного столкновения и слияния друг с другом. При столкновении богатых газом галактик возникают ударные волны; проходя сквозь межзвездную среду, они сжимают газ и приводят к формированию множества молодых ярких звезд.

Космические наблюдения сопровождались иссле-

дованиями по многочисленным наземным программам. Например, группа британских специалистов, используя телескоп им. В.Гершеля на о.Пальма (Канарские о-ва, Испания) и Англо-Австралийский телескоп в штате Новый Южный Уэльс (Австралия), измеряла расстояния, отделяющие нас от тысяч инфракрасных галактик. Такие измерения позволяют оценить плотность Вселенной, что чрезвычайно важно для разработки теории ее эволюции.

Объем и результаты наблюдений, проведенных с помощью космической обсерватории «IRAS», позволяют отнести их к числу самых плодотворных за всю историю астрономической науки.

New Scientist. 1995. V.148. № 2002. P.34 (Великобритания).

Астрофизика

Планета у Беты Живописца?

Сотрудники Астрофизического института в Париже А.Видаля-Мадьяр и Р.Ферле (A.Vidal-Madjar, R.Ferlet) проанализировали данные многолетних наблюдений звезды Бета в созвездии Живописца и обнаружили колебания яркости этой звезды, которые могут быть вызваны прохождением между нею и земным наблюдателем какого-то темного тела, скорее всего неизвестной планеты.

Бета Живописца — первая звезда, вокруг которой несколько лет назад обнаружен газо-пылевой диск. Он может быть местом зарождения планетной системы, и, если открытие французских астрономов подтвердится, это будет означать, что по крайней

мере одна планета уже сформировалась.

Вариации яркости Беты Живописца были впервые замечены еще в 1981 г., за три года до обнаружения ее диска. К сожалению, сделавшие это открытие швейцарские астрономы прекратили тогда ее наблюдения, поскольку их целью было найти звезду с постоянной яркостью. Теперь Видаля-Мадьяр и Ферле установили по архивным данным, что в начале ноября 1981 г. в течение 10 суток яркость звезды повысилась примерно на 2%, затем всего за несколько часов 10 ноября она потускнела до уровня, ниже обычного для нее, а в следующую ночь ее яркость снова увеличилась выше этого уровня. Инструментальная ошибка здесь исключена, так как другие звезды, наблюдавшиеся в те же ночи на том же телескопе ЕЮО в Ла-Силла (Чили), подобных колебаний не показали. Нельзя объяснить это явление и собственным изменением яркости звезды, так как наблюдения велись в разных диапазонах излучения, и во всех характер колебаний был одинаков.

Планета, которая могла вызвать подобное явление, должна быть весьма крупной. Тот факт, что звезда повышала яркость как за 10 суток до событий, так и 10 сутками спустя, астрономы объясняют существованием в газо-пылевом диске большой «дыры», которая, согласно теории, должна возникнуть при образовании в диске новой планеты, «втягивающей» в себя окружающее вещество.

Однако астроном Х.Ламерс (H.Lamers; Утрехтский университет, Нидерланды) не согласен с французскими учеными. Он подчеркивает, что вариации яркости

могут быть вызваны существованием плотного скопления планетезималей — небольших «блоков», из которых в дальнейшем еще предстоит сложиться планетам. В таком случае внезапное падение яркости связано с прохождением центральной части данного облака перед звездой. Увеличения же яркости до и после затмения он объясняет рассеянием света звезды в нашем направлении пылью, содержащейся в планетезимальном облаке.

Наблюдения Беты Живописца и дискуссия вокруг их результатов продолжаются.

New Scientist. 1995. V. 147. № 1984. P. (Великобритания).

Планетология

Гелий нашелся!

В середине марта 1996 г. представители Национального управления США по авиации и исследованию космического пространства признали свою ошибку, состоявшую в том, что, по их мнению, в атмосфере Юпитера содержится вдвое меньше гелия, чем полагали ранее. Тогда они опирались на данные, которые поступили со спускаемого отсека аппарата «Галилей», погрузившегося в газовую оболочку гигантской планеты в декабре 1995 г., и первоначально как будто указывали, что в верхних ее слоях содержится лишь 13.7% гелия. Это примерно половина того количества, которое должно было содержаться в протопланетном облаке газа и конденсация которого привела к образованию Солнечной системы. Специалисты даже высказали

предположение, что гелий постепенно опускается в сторону центра Юпитера, попутно выделяя энергию, повышающую температуру планеты. Однако, завершив повторный, проверочный анализ данных, группа ученых, возглавляемая У. фон Цаном (U. von Zahn; Ростокский университет, Германия), сообщает теперь, что прежние выводы были «преждевременными». Они установили, что концентрация гелия в верхней атмосфере Юпитера на самом деле достигает 24%.

New Scientist. 1995. V.149. № 2022. P.13 (Великобритания).

Метеоритика.
Космические исследования

Угрожают ли космическим аппаратам метеорные дожди?

Каждый раз, когда Земля проходит сквозь метеорный поток, получивший свежее пополнение от той или иной кометы, мы наблюдаем так называемый метеорный дождь. В такие периоды метеоры появляются в 10 тыс. раз чаще, чем в обычное, «фоновое» время, когда наша планета сталкивается лишь со спорадическими метеороидами, обладающими интенсивностью около десяти в час.

Последний по времени метеорный дождь отмечался в 1966 г. Этот дождь считается наиболее интенсивным за все время наблюдений: он длился чуть меньше часа и численность метеоров на небе Америки достигала тогда 150 тыс./час. Это был хорошо известный поток Леонид, дающий максимумы раз в 33 года (хотя и не всегда).

Статистический анализ таких явлений провели канадские астрономы М.Бич, П.Браун и Дж.Джонс¹. Они предупреждают, что очередной мощный метеорный дождь будет наблюдаться в 1998-м или 1999 г. По их мнению, метеорные частицы могут серьезно повредить международную космическую станцию, которую к тому времени уже почти полностью смонтируют на орбите: как минимум, они в состоянии воздействовать на солнечные батареи и полностью вывести их из строя.

Однако мощный метеорный дождь, встретивший нашу планету 30 лет назад, не вызвал никаких аварий космических аппаратов или их приборов, так как вероятность попадания метеорных частиц в аппарат ничтожно мала (расстояние между частицами — около 35 км). И хотя в будущем на орбитах окажется множество ИСЗ и пилотируемых космических аппаратов, представляющих собой крупные «мишени», можно, на наш взгляд, не сомневаться, что ни один из них не пострадает.

Тем не менее в конструкцию создаваемой международной космической станции в целях безопасности вводятся 20 специальных элементов, в том числе модули, служащие убежищем для экипажа; баки с горючим и гироскопы перекрываются двойной «броней». Но М.Бич считает такое прикрытие недостаточным. Даже метеороиды поперечником всего в долю миллиметра в состоянии

причинить огромный ущерб, так как они перемещаются со скоростями от 20 до 70 км/с. Во время метеорного потока Персеид в 1993 г. подобная частица нанесла заметные повреждения спутнику связи «Олимпус», который стоил 800 млн. долл.

В качестве защитных мер группа Д.Кесслера (D.Kessler; Космический центр им. Джонсона НАСА, Хьюстон, штат Техас, США) предлагает поворотное устройство для солнечных батарей, которое сводит к минимуму «подставляемую» метеороидам площадь, а также такую ориентацию самой станции, при которой помещения экипажа оказались бы прикрытыми другими модулями.

Кроме того, Бич с коллегами рекомендуют снабдить станцию неким подобием зонта, который мог бы закрыть ее от наиболее яростных проявлений космической стихии. Не исключается и крайний случай, когда экипаж вообще придется эвакуировать. По мнению этих специалистов, нельзя быть уверенными в полной предсказуемости метеорных дождей, ибо некоторые из них оказываются совершенно неожиданными. Среди подобных явлений — метеорный дождь Драконид 1933 г., во время которого число метеоров достигало 20 тыс./час.

Группа Бича уже разработала более или менее надежную математическую модель, которая позволяет прогнозировать интенсивные метеорные явления. Однако она еще требует существенных усовершенствований.

¹ Beech M., Brown P., Jones J. // Quarterly J. of the Royal Astronomical Society. June, 1995; New Scientist. 1995. V.147. № 1984. P.4.

Физика атмосферы

Торнадо и молнии

Метеорологам известно, что между разрядами атмосферного электричества и торнадо существует какая-то связь; возможно, они вызваны сходными физическими процессами.

Во время сильной грозы мощный поток воздуха несет с собой влагу в верхние слои атмосферы, где она замерзает. Трение льдинок друг о друга приводит к их электризации. Однако при наземных наблюдениях корреляцию между вспышками молний и возникающим некоторое время спустя торнадо обнаружить не удавалось.

3 апреля 1995 г. с помощью ракеты-носителя «Pegasus» был запущен принадлежащий НАСА США искусственный спутник Земли «OTD» («Optical Transient Detector» — «Оптический детектор нестационарных явлений»). 17 апреля он оказался в районе внезапного зарождения интенсивной грозы над территорией штата Оклахома (юг США). В продолжение всего 3 мин, пока гроза была в поле «зрения» спутника, оборудование на его борту зарегистрировало 200 молниевых разрядов между облаками, не затрагивавших поверхность Земли. В момент максимума, через 40 с после того, как тучи попали под наблюдение ИСЗ, количество молний достигло шестидесяти в секунду! А уже через 1 мин после того, как спутник удалился от этого района, наземные наблюдатели зарегистрировали образование характерной для торнадо воронки со спускающимся к Земле «хоботом».

Сотрудники Центра космических полетов им. Маршалла НАСА во главе с Х.Кристианом (H.Christian) немедленно приступили к внеочередной обработке спутниковых данных. Было установлено: наблюдавшаяся гроза отличалась от всех известных метеорологам тем, что молнии типа «облако—облако» вспыхивали во время нее в 20 раз чаще, чем молнии «облако—земля». При обычной грозе межоблачные разряды происходят лишь в 3—4 раза чаще, чем ударяющие в землю. Кроме того, резким был крутой переход от максимума электрических разрядов к его минимуму.

Благодаря спутнику «OTD» впервые удалось в дневное время суток регистрировать молнии из космоса. Продолжительность разряда обычно не превышает 1 мс; световая вспышка днем маскируется солнечным светом, отражающимся от поверхности облаков. Выдержка обычных видеоснимков составляет около 1/30 с, оборудование же «OTD» в состоянии зафиксировать малейшие изменения яркости изображений, происходящие за 1/500 с.

Для окончательного подтверждения существующих связей между молниями и торнадо необходимы новые наблюдения. К сожалению, орбита «OTD» слишком низка (750 км над поверхностью планеты), так что любая гроза остается в его «поле зрения» не более нескольких минут.

Сейчас разрабатывается план установки соответствующего оборудования на одном из геостационарных спутников, чтобы проследить всю эволюцию грозы — от первой молнии до последней. В дальнейшем, возможно, удастся создать систему предупреждения жите-

лей торнадоопасного района об угрозе этого природного бедствия.

New Scientist. 1995. V. 148 № 1998. P.17 (Великобритания).

Химия атмосферы.
Охрана окружающей среды

Откуда берется смог в Мехико?

Мало найдется на Земле городов, где бы атмосфера была загрязнена более, чем в мексиканской столице. В 1992 г. количество суток с опасным для здоровья смогом составило 98%. Казалось бы, Мехико с его 20-миллионным населением, большой насыщенностью автотранспортом и промышленными предприятиями, окруженный горами, препятствующими вентиляции атмосферы, обречен на вечный смог.

Специалисты по химии атмосферы Д.Р.Блейк и Ф.Ш.Роулэнд (D.R.Blake, F.S.Rowland; Университет штата Калифорния, Ирвин, США) установили, что образование смога в значительной мере связано не только с традиционными источниками загрязнения — такими как автомобильные выхлопы и выбросы промышленных предприятий.

Анализ 180 образцов воздуха, взятых в удаленных друг от друга районах города, показал, что они отличаются чрезвычайно высокой концентрацией пропана, бутана и бутилена. Во многих образцах количество пропана превышало 100 частей на 1 млрд., а в одном достигало 600 ч/млрд (для сравнения: в атмосфере над 39 городами США в среднем содержится

этого газа 8 ч/млрд и лишь в одном случае — 131 ч/млрд).

Соотношение пропана, бутана и других углеводородов в воздухе Мехико оказалось характерным для сжиженного горючего газа, которым местные жители пользуются для подогрева воды и приготовления пищи. На основании сравнительно равномерной концентрации этих веществ по всему городу, ученые предположили, что газ выделяется в результате утечки из домашних баллонов, которых здесь не менее 1 млн.

Известно, что молекулы углеводородов, особенно бутана и бутилена, обладают высокой химической активностью. Под воздействием солнечного света они вступают в реакцию с окислами азота NO_x , что ведет к образованию озона как главной компоненты смога. Поскольку окислы азота выбрасываются в воздушный бассейн главным образом автотранспортом, а также в процессе промышленного производства, власти Мехико до сих пор в борьбе со смогом устанавливали для жителей один «безмашинный» день в неделю. Кроме того, все автомобили, выпущенные после 1992 г., были снабжены каталитическими конверторами, снижающими выброс NO_x в атмосферу. Теперь Блейк и Роуленд призывают городские власти установить контроль и за протекающими газовыми баллонами бытового назначения, без чего, по их мнению, дальнейшая борьба со смогом невозможна. Они предлагают также несколько изменить химический состав продаваемого жителям газа, освободив его от бутана и бутилена.

Помимо Мехико, аналогичные проблемы стоят перед Тайбеем (о.Тайвань), Афинами и рядом городов Восточной Европы.

Science News. 1995. V.148. № 8. P. 117 (США).

Физика.
Охрана окружающей среды

Экспресс-методы обнаружения ядерных делящихся материалов

Развитие атомно-энергетического комплекса, применение ядерно-энергетических установок в космической технике и других областях, производство ядерного оружия и его испытания, сопровождающиеся глобальными радиоактивными выпадениями, локальные выбросы радионуклидов при авариях на АЭС — все это приводит к загрязнению окружающей среды делящимися ядерными материалами (изотопами урана, плутония и других трансурановых элементов).

Одним из перспективных направлений поиска отработанного топлива, а также других делящихся материалов, по мнению А.В.Андреева, А.В.Антонова, Б.А.Бенецкого и др. (Физический институт им. П.Н.Левбедева РАН), может быть регистрация вторичного нейтронного излучения, возникающего от реакций (α , n) на легких элементах окружающей среды.

Известно, что изотопы плутония, сопутствующие им ^{241}Am и другие тяжелые нуклиды испускают α -частицы с высокой энергией (порядка 5 Мэв). Этой энер-

гии достаточно для выбивания α -частицами нейтронов из легких ядер, в частности из ядер некоторых природных изотопов кислорода, кремния, алюминия. Поскольку в почвах, грунтах и других компонентах окружающей среды делящиеся вещества находятся в непосредственной близости от соединений кислорода, кремния, алюминия, входящих в состав воды, песка, глины и т.п., да и сами по себе делящиеся материалы содержатся в форме окислов, то даже небольшие их количества способны инициировать поток быстрых вторичных нейтронов 10^3 — 10^4 с^{-1} (при выходе нейтронов 10^{-7} на α -частицу). Такой поток можно регистрировать на фоне нейтронов от глобальных выпадений и нейтронной компоненты космических лучей в области энергий 1 Мэв, по крайней мере при не слишком высокой солнечной активности. Экспериментальная проверка показала, что чувствительность предложенного метода не хуже 0.1 г радиоактивного вещества.

Другим методом обнаружения делящихся ядер может быть облучение импульсным нейтронным потоком композиций, которые включают эти ядра, и регистрация образующихся при этом запаздывающих нейтронов. Измерения потоков запаздывающих нейтронов, которые инициированы нейтронами с энергией 14 Мэв от импульсного генератора в средах, содержащих ^{235}U и ^{239}Pu , позволили оценить чувствительность и этого метода. Согласно экспериментальным данным, предельно обнаружимые концентрации указанных изотопов соответствуют 0.1 ПДК по урану. Для плутония метод регистрации запаздывающих нейтронов, к сожа-

лению, значительно менее чувствителен по сравнению с регистрацией нейтронов, генерируемых в реакциях с α -частицами, но ее можно существенно повысить за счет увеличения числа счетчиков нейтронов и их эффективности.

По мнению разработчиков, предлагаемые экспресс-методы могут использоваться для обнаружения делящихся материалов в окружающей среде и на пунктах контроля.

Краткие сообщения по физике. ФИАН. 1995. № 5—6. С.3—9.

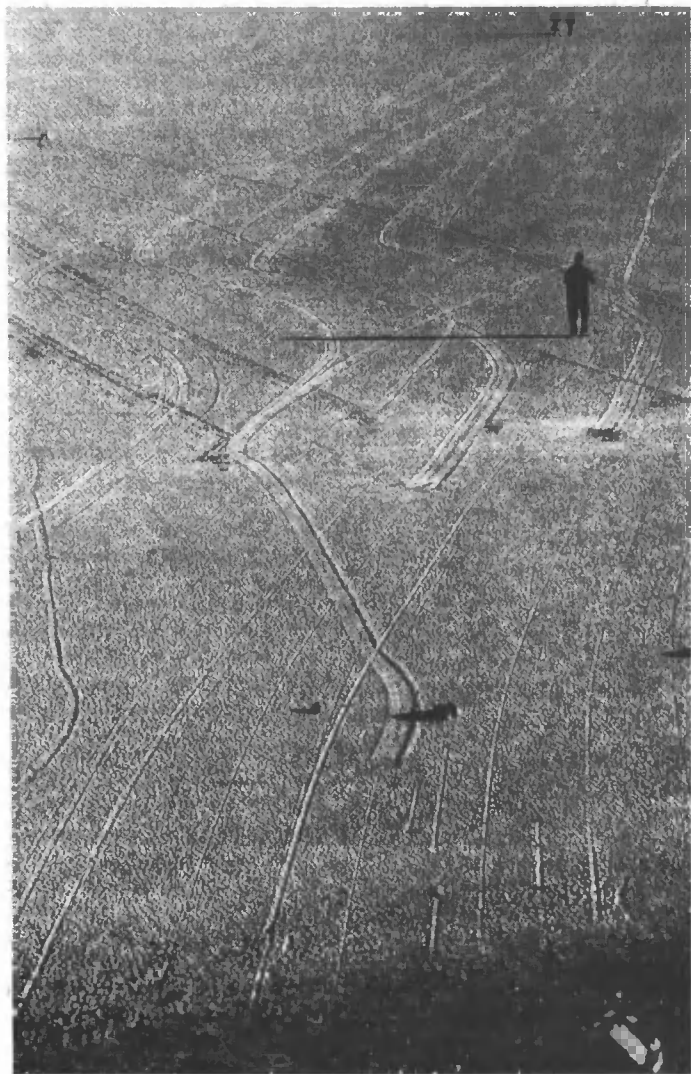
Геология

Загадка долины смерти

Долина смерти в штате Калифорния — одно из наиболее засушливых мест в Северной Америке. Она лежит на высоте более 1100 м над ур. м., так что зимой здесь бывают настоящие морозы. В центре долины расположено урочище Рейстрак-Плайя — дно пересохшего озера, где не растет ни травинки. С давних пор эта местность вызывает удивление всех, кто тут бывал, и яростные споры среди геологов.

Дело в том, что она пересечена таинственным образом возникающими свежими бороздами, которые идут параллельно друг другу. Сами эти борозды пропаханы камнями, лежащими в «голове» каждой борозды, но что заставляет валуны массой до 320 кг перемещаться — это остается загадкой.

Самое расхожее объяснение: камни движутся под напором мощных ветров по скользкой грязи. Однако



Следы валунов, оставленные ими в конце 80-х годов (поперечные полосы в верхней части слякка), на которые наложались три серии следов 1992—1993 гг.

преподаватель геологии Дж.Рейд (J.Reid; Хемпширский колледж в Амхерсте, штат Массачусетс, США), привозящий сюда на экскурсию студентов, опроверг это мнение. Когда он посе-

тил Рейстрак-Плайю в 1991 г., местность была покрыта на 5 см талой водой от незадолго перед тем выпавшего снега. Ходить можно было с большим трудом: так было скользко. Один из экскурсантов, поскользнувшись, проехал по грязи метров пять или шесть, когда же молодые геологи попытались сдвинуть с места хотя бы 25-килограммовый камень, они оказались не в силах это сделать.

Преподаватель заметил, что большинство валунов состоит из доломита; этому виду известняковой породы эрозия придает забуренное строение. Хотя скорость ветра достигает здесь 100 км/ч, но, согласно расчетам, и он не в состоянии двигать лежащие в грязи валуны, особенно если учесть, что у самой земли скорость ветра заметно снижается.

Наблюдения на местности показали, что следы «бродячих» камней остаются параллельными друг другу на значительном расстоянии, при этом сохраняется их ориентация — камни не катятся, а «едут». Рейд объясняет это единственным образом: камень начинает перемещаться, когда его основание вмержнет в цельную льдину толщиной 2—3 см, плавающую по поверхности неглубокой воды. У льда, как известно, коэффициент трения велик, так что вмержший камень не скребет о землю, а перемещается под давлением даже слабого ветра.

Исследователи уже замечали раньше, что оставляемые валунами борозды к концу своего пути начинают расходиться по сторонам. По мнению Рейда, это происходит, когда льдина постепенно тает и разламывается, а несомый ею камень «садится на мель».

Косвенно подтверждают эту гипотезу и метеорологические данные. Движение валунов в промежутке между посещениями этого урочища Рейдом в 1994 и 1995 гг., очевидно, приходится на январь 1995 г., когда здесь отмечались сильные дожди, а температура на почве была ниже точки замерзания.

Эта местность настолько негостеприимна из-за климата, что до сих пор не

находилось желающих посетить ее именно в то время года, когда камни «пускаются в путь». Непосредственное наблюдение этого редкого феномена американские исследователи склонны возложить на автоматические приборы.

Geology. 1995. V.23. № 9. P.819 (США).

Геология

158-й рейс «ДЖОЙДЕС Резолюшн»

Открытие высокотемпературных гидротермальных источников в пределах срединно-океанических хребтов и связанной с ними уникальной биоты вызвало настоящий бум в исследованиях гидротермальной циркуляции в океанической коре вдоль спрединговых центров. В процессе циркуляции высокотемпературные флюиды находятся в сложном взаимодействии с породами коры и океанской водой, что не только влияет на состав и физические свойства коровых пород, но и приводит к формированию крупных месторождений сульфидных руд на дне океанов. Этот процесс играет также существенную роль в глобальном регулировании химического состава морской воды. Хотя исследования в этой области проводятся уже в течение двух десятилетий, многие аспекты, в том числе степень влияния гидротермальной циркуляции на систему породы коры—океанская вода и на глобальный геохимический баланс, а также ряд вопросов, связанных с функционированием своеобразных биологических сообществ

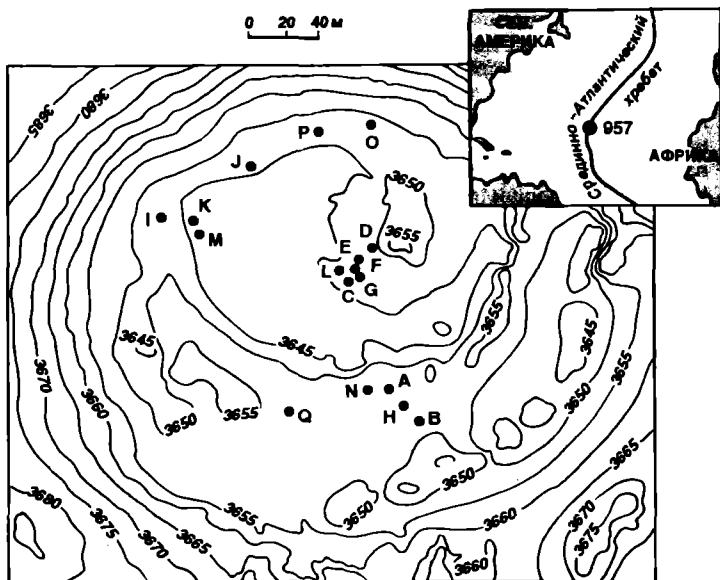
вблизи черных курильщиков, все еще остаются слабо изученными.

Именно этим проблемам был посвящен 158-й рейс «ДЖОЙДЕС Резолюшн», который в соответствии с Программой океанского бурения проходил с 29 сентября по 22 ноября 1994 г. в пределах Срединно-Атлантического хребта Центральной Атлантики. Его руководителями были С.Хамфрис из Вудсхолского океанографического института (США) и П.Херциг из Института минералогии Фрайберга (Германия), научным представителем Программы океанского бурения — Дж.Миллер¹.

Для бурения был выбран небольшой участок поля гидротермальных источников в районе пересечения Трансатлантического геотраверза (TAG — Transatlantic Geotraverse) со Срединно-Атлантическим хребтом на 26° с.ш. Бурение проводилось практически в одной географической точке, которая находится на вершине отдельного, сложенного сульфидами холма (диаметр в основании этого изометрического в плане холма около 200 м, высота около 50 м). Здесь, на участке размером приблизительно 100 х 60 м, на глубине около 3650 м было пробурено в общей сложности 17 скважин с максимальным проникновением в породы до 246.5 м (скв. 957E).

Проведенные здесь же ранее исследования с помощью драгировок и подводных аппаратов показали, что этот холм, расположенный на океанской коре, которая имеет возраст не менее

¹ Humphris S, Herzig P., Miller J. et al. 1995. ODP. Leg 158. Preliminary Report, College Station, TX.



Положение 17 скважин (зали- тые кружки с латинскими буквами), которые были про- бурены в 158-м рейсе «ДЖОЙДЕС Резолюши». Циф- ры на изолиниях — глубина океана (м). На врезке — район бурения на Срединно- Атлантическом хребте в Центральной Атлантике.

100 тыс. лет, начал форми- роваться 40—50 тыс. лет назад. Последние 20 тыс. лет гидротермальная актив- ность носила прерывистый характер с периодичностью пять-шесть тыс. лет. Современная фаза активности на- чалась около 50 лет назад.

В результате бурения установлено, что сульфид- ный холм сформировался в несколько этапов, отражаю- щих фазы активности гид- ротермальной системы. Основание холма сложено брекчиями сульфидов, кото- рые образовались на мор- ском дне на ранней стадии развития этой системы в результате коллапса крупно- го гидротермального канала и разрушения массивных сульфидных руд вдоль ак-

тивного разлома. В даль- нейшем на них повлияли процессы, связанные с последующими генерациями гидротермальных каналов, в том числе процессы цемен- тации и замещения квар- цем, сульфидами и сульфа- тами. По разрезу среди сульфидных руд присутству- ют обломки измененных ба- зальтов, которые могут сви- детельствовать о периоди- ческих дислокациях и час- тичной тектонической эро- зии в процессе роста холма. Не исключено также, что базальты представляют собой остатки лавового по- тока, который частично перекрывал отложения суль- фидов на ранней стадии формирования холма, или же осыпь лавового потока, на поверхности которого на- капливались сульфиды.

Полученные в рейсе материалы и результаты их лабораторного изучения в сочетании с уже имеющи- мися данными позволят ре- шить многие неясные воп- росы формирования суль- фидных месторождений на современном морском дне, что в свою очередь может

способствовать прогнози- рованию и более целенаправ- ленному поиску подобных месторождений в древних отложениях на континентах.

© И.А.Басов,
доктор геолого-минералогиче- ских наук
Москва

Геотектоника. Космиче- ские исследования

Разлом в земной коре открывает спутник

На борту космического корабля «Endeavour», запу- щенного НАСА США в ок- тябре 1995 г., было уста- новлено радиолокационное оборудование, разработан- ное учеными и инженерами США, Германии и Италии для исследований в рамках международной программы «Миссия к планете Земля».

Приборы произвели по- дробную съемку одного из наиболее труднодоступных районов нашей планеты — долины Каракакс в север- ной части Тибетского плато. На изображениях зафиксиро- вана область от нижней части долины Каракакс, расположенной на высотах около 4 тыс. м над ур. м, и до покрытых снегом и льдом вершин хребта Куэнь-Лунь, превышающих 6 тыс. м.

Обработка полученных радарных изображений по- зволила построить трехмер- ную модель местности Алтын-Таг, которая оказа- лась крупнейшим тектони- ческим разломом, намного превышающим по протяжен- ности и пересеченности ре- льефа известный и хорошо изученный разлом Сан-Анд- реас в штате Калифорния (США).

Подобные снимки дают возможность различать скалистые обнажения, песчаные и гравийные поля, определять степень эрозии крупных склонов, характер формирования аллювиальных конусов выноса, что позволяет судить, в частности, о палеоклимате этой высокогорной области, порожденной столкновением плит земной коры.

Изучением новой информации теперь заняты геотектонисты, геологи, гляциологи и географы.

New Scientist. 1995. V. 148. № 2006. P. 15 (Великобритания).

именном кратере бурлило лавовое озеро, но волны расплавленной породы не достигали кромки, так что излияния не произошло. Часть поверхности озера постепенно покрывалась слоем остывающей породы.

Поведение активной огневдышащей горы находится под неотрывным наблюдением сотрудников Гавайской вулканологической обсерватории Геологической службы США.

Smithsonian Institution Bulletin of the Global Volcanism Network. 1995. V.20. № 7. P. 10 (США).

предвестник сейсмической активности, и в 1991 г. он установил датчики в пяти пунктах штата Калифорния, где ожидалось землетрясения в течение ближайших нескольких лет.

В декабре 1994 г. его прибор в районе пос. Парк-Филд, расположенного рядом с разломом земной коры Сан-Андреас, снова начал регистрировать сигналы ультранизкой частоты. И точно через неделю после этого в данной точке произошло землетрясение магнитудой 5, причинившее немалые разрушения. Как и в районе Лома-Приеты, радишумы прекратились здесь месяц спустя.

Докладывая об этом на заседании Американского геофизического союза (Сан-Франциско, декабрь 1995 г.), Фрейзер-Смит не стал, однако, категорически утверждать наличие прямой связи между подобными событиями, тем более, что в районе Паркфилда антенна зафиксировала ультранизкие сигналы, но сейсмическая активность вслед за этим не усилилась.

Группа греческих сейсмологов во главе с П. Варцосом (P. Varotsos; Афинский университет) также несколько лет назад сообщала, что ею наблюдались кратковременные (не более 1 час) земные электротокки, вслед за которыми через несколько недель происходили землетрясения. Большинство специалистов скептически относится к этим сообщениям. Фрейзер-Смит полагает, что он и греческие сейсмологи наблюдали различные явления. В любом случае они требуют к себе серьезного внимания.

New Scientist. 1995. V.148. № 2009/2010. P.15 (Великобритания).

Сейсмология

Вулканология

Нет покоя на Килауэа

Вот уже второе десятилетие непрерывно извергается вулкан Килауэа на о.Гавайи. На его склонах образовались своеобразные «трубы» из застывшей лавы, по которым текут потоки свежей расплавленной породы.

Летом 1995 г. особенно активна была та часть «лавопровода», которая достигает берегов Тихого океана около пос. Хайкасл. Здесь вулканические продукты образовали над морем своеобразную «полку». 22 июля ее нижняя часть площадью 100 на 15 м внезапно обрушилась. 7 августа на высоте около 650 м возникли свежие потоки лавы со стекловатой поверхностью. Один из них спустился на полсотни метров вниз и поджег лес на склоне, после чего замер, не дойдя до побережья. Молодой пепловый конус Пу'у О'о 4 июля обрушился, подняв столб черной пыли. В одно-

Еще один предвестник землетрясений?

Несколько лет назад Э.Фрейзер-Смит (A.Fraser-Smith; Станфордский университет, Калифорния, США), занявшись наблюдениями за атмосферными радиосигналами, неожиданно для себя отметил значительное усиление электромагнитных волн ультранизких частот (от 0.01 до 10 Гц). Месяц спустя после обнаружения этого явления произошло разрушительное землетрясение в районе Лома-Приета (пригород Сан-Франциско). Его эпицентр находился чуть ли не у самой антенны наблюдательной точки. Радишумы продолжались еще около месяца после завершения сейсмических явлений.

Известно, что столь низкочастотные волны способны проникать сквозь геологические породы значительно легче, чем высокочастотные, но само расстояние их «пробега» не превышает 15 км. У исследователя появилась надежда обнаружить новый

Океанология

Археи антарктических вод

Э.Делонг и его коллеги (E.Delong; Университет штата Калифорния, США) пришли к заключению, что океанские воды, окружающие Антарктиду, населены огромным количеством прокариотных организмов — архей.

До сих пор археи (Archaea) рассматривали как своего рода экологические «странности», основными местами обитания которых являются гидротермальные источники в океане, морские или бескислородные воды.

По расчетам Делонга, археи составляют 34% всей биомассы прокариотных организмов в прибрежных поверхностных водах Антарктиды. Специалисты клонировали археи и затем изучили последовательность молекул РНК в генах. В результате установлено, что антарктические археи родственны *Eupigarchaeota*, живущим в прибрежных водах Северной Америки. На основании молекулярных методов идентификации микроорганизмов, исследователи пришли к заключению, что значительную часть «некультивируемого» микробного населения океана составляют археи.

BioScience. 1995. V.45. № 2.
P.119 (США).

Океанология

Модель поверхностных течений используется при спасательных операциях

На протяжении последних трех лет исследовательская группа Университета

штата Майами во главе с профессором океанографии К.Муерсом (С. Mooers) использует на практике Принстонскую модель океана, которая была разработана Д.Мэллором и А.Бламбергом (D. Mellor, A. Blumberg) для расчета циркуляции поверхностных вод океана в районе Флоридского пролива. Модель позволяет рассчитывать траектории дрейфа пятен нефти в случаях ее разливов при авариях танкеров или нефтебуровых платформ.

На протяжении 1994 г. Муерс и его группа применяли модель для расчета течений на заданные моменты времени. Результаты расчетов были использованы для определения путей дрейфа плотов или других плавательных средств, которыми пользуются кубинские беженцы (дрейф плотов во многом совпадает с дрейфом нефтяных пятен). Располагая сведениями о месте и времени их «выхода» с берегов Кубы или о месте и времени, когда они были замечены во Флоридском проливе, Муерс с коллегами получили возможность прогнозировать движение плотов.

При составлении прогноза делаются расчеты на основании модели ветров, полученной из Национального центра прогнозов окружающей среды, данных о поверхностных течениях, информации о параметрах ветра в приводном слое и мелкомасштабном турбулентном перемешивании. Наряду с прогнозом составляется планшет, на котором показан вероятный дрейф плотов. При благоприятных пассатных ветрах их дрейф к южной Флориде занимает около пяти суток. Наличие столь широкой информации значительно облегчает поиск плотов с людьми и

проведение спасательных операций.

Bulletin of the American Meteorological Society. 1995. V.76. № 6. P.968 (США).

Гляциология

Научный рейс антарктической зимой

2 сентября 1995 г. в порт Хобарт (Тасмания) вернулся после успешного завершения научного рейса в условиях антарктической зимы ледокол «Auriga Australis». В задачу экспедиции входило синхронное изучение вод и морских льдов на значительной акватории с использованием наиболее современной измерительной аппаратуры.

В зимний сезон площадь морских льдов в Южном океане составляет 20 млн. км², что почти вдвое превышает площадь самой Антарктиды. Известно, что морской лед — существенное звено в системе взаимодействия океан—атмосфера. Он играет важнейшую роль во многих метеорологических, океанологических и биологических процессах, а также в формировании донных осадков полярных акваторий Мирового океана. Организация зимнего рейса была необходима, чтобы уяснить, как обширные площади морского плавучего льда «включены» в звенья всей цепи взаимодействий и какова роль льдов в изменении климата.

По оценке главного научного руководителя экспедиции Я.Эллисона (J. Allison), результаты научной программы рейса превзошли самые оптимистические ожидания.

Одна из задач рейса состояла в исследовании процесса образования морского льда в зимний период и скорости его нарастания. В Южном океане морские льды не нарастают лишь за счет медленного устойчивого замерзания воды — этот процесс качественно отличается от получения льда в холодильнике.

Образование морского антарктического льда — результат двух процессов. Первый — агрегирование очень малых по размеру кристаллов, которые быстро образуются в поверхностном слое океанских вод при длительном воздействии холодного воздуха. Второй — медленное намерзание под воздействием уже существующего плавучего ледового покрова. По анализам кристаллической структуры специалисты могут определить, в результате какого из процессов образовался лед.

Анализ ледовых проб, проведенный в рейсе, показал, что оба процесса одинаковы по своему значению. Впервые удалось установить, что нарастание льда происходит и при эпизодических порывах ветра, которые связаны с периодическим прохождением (через каждые 3—7 сут) синоптических систем низкого давления.

В ледовой зоне Индийского океана штормовые ветры имеют, как правило, устойчивое восточное направление, что вызывает мощный дрейф льдов; они сплавиваются, сокращая пространства чистой воды. Однако эти ветры несут относительно теплый воздух, что снижает скорость нарастания льда. После прохождения циклонов ветры приобретают южное и юго-восточное направление, взламывая при этом льды; образуются разводья, в ко-

торые поступает воздух с Антарктического материка с температурой не выше -30°C . В это время и происходит нарастание льдов с большой скоростью и его толщина в зонах разводий увеличивается.

Детально изучая собранный материал, ученые на основе его обобщений разрабатывают на зиму 1998 г. план новой экспедиции по проблемам взаимодействия океана, льда и атмосферы.

Antarctic Bulletin. 1995. V.13. № 12. P.12—13 (Новая Зеландия).

Климатология

Глобальное потепление повсеместно?

Хотя среди специалистов продолжительное время сохраняется устойчивое мнение о том, что экваториальные области Земли по сравнению с другими менее подвержены климатическим колебаниям, нарастающий поток исследований в тропическом поясе Южной Америки и их результаты ставят эти взгляды под сомнение.

Геохимик М.Стютт (M.Stute; Колумбийский университет, США) и его коллеги исследовали химический состав вод из песчаников северо-восточной Бразилии, отложившихся там на протяжении последнего ледникового периода. Анализируя содержание в водах аргона и неона (концентрации которых с понижением температуры возрастают), они пришли к заключению, что средняя температура воздуха 14 тыс. лет назад была почти на 12°C ниже по сравнению с современной.

Гляциолог Л.Томпсон (L.Thompson; Университет штата Огайо, США) и его коллеги пришли к аналогичному заключению при анализе колонок льда, отобранных в высокогорных ледниках перуанских Анд. Ряд химических показателей и преобладание пыли (как индикатора более холодного и сухого климата) в более древних по возрасту горизонтах указывают на повышение температуры с -10°C до -6°C со времени последнего оледенения.

Эти новые аргументы в пользу глобального потепления следует еще сопоставить с данными анализа ископаемой фауны из колонок океанского дна в тропиках. Предварительный же анализ этой фауны указывает на менее значительные изменения температуры. Поэтому масштаб колебаний температурного режима в тропической зоне по отношению к другим климатическим областям Земли в процессе глобального потепления остается неясным.

Острота этих исследований особенно очевидна, если учесть, что 75% населения земного шара проживает в тропиках и его жизнь зависит от уровня сельскохозяйственного производства.

Environment. 1995. V.37. № 8. P.22—23 (США).

Метеорология. Экономика

Долгосрочные прогнозы погоды дают экономическую выгоду

Использование более строгих численных моделей климата и вывод на орбиту искусственных спутников Земли нового поколения по-

зволюли Национальной метеослужбе США давать прогнозы заблаговременностью до трех месяцев, в том числе и по развитию явления Эль-Ниньо—Южная осцилляция¹, что, по расчетам экономистов-аналитиков, может дать аграрному сектору США выгоду свыше 100 млн. долл. в год.

Первая систематизированная попытка определить, сколько может стоить, точный долгосрочный прогноз развития процессов типа Эль-Ниньо была предпринята Национальным управлением США по изучению океана и атмосферы (НОАА). В исследовании, проведенном по его заданию, принимали участие эксперты по экономике, климатологии, сельскому хозяйству. Специально был выбран один из районов юго-востока США, который имеет высокий удельный вес в сельском хозяйстве страны, отличается разнообразием выращиваемых культур и в большой степени зависит от метеорологических изменений, связанных с Эль-Ниньо. Поскольку изменение количества осадков в определенных пределах влечет за собой изменение урожайности в тех же пределах, очевидно, что достоверные метеопрогнозы позволяют фермерам своевременно принимать решения об оптимальных сроках сева культур и сбора урожая.

НОАА поддерживает исследования по оценке выгод использования прогнозов высокой степени оправдываемости не только в аграрном секторе США, но также в тех отраслях промышленности, работа которых во многом зависит от

погодных условий, в энергопроизводстве, особенно в гидроэнергетике, в транспортировке и хранении газа, в движении товаров на рынке и т.д.

Кроме того, НОАА заинтересовано в использовании точных метеопрогнозов такими крупными и весьма чувствительными к колебаниям погодных условий экономическими системами, какими располагают Индия и Китай. Стоимость же представленных прогнозов будет определяться ожидаемым увеличением экономических прибылей для потребителей такой информации.

Bulletin of the American Meteorological Society. 1995. V.76. № 5. P.788 (США).

Биология. Социология

Положение в обществе и соотношение полов в потомстве

Исходя из механизма определения пола у человека и примерно одинакового количества сперматозоидов, несущих X или Y хромосомы, новорожденных мальчиков и девочек должно быть поровну. Но оказывается, что мальчиков рождается больше. Этот феномен до сих пор не объяснен однозначно, хотя имеется множество гипотез. Наибольшее значение здесь имеет то, что сперматозоиды, несущие X и Y хромосомы, могут обладать разной способностью оплодотворять яйцеклетки; кроме того, существуют, видимо, различия во внутриутробной смертности разных полов.

Продолжают появляться и любопытные факты. Так, оказалось, что в потомстве деятелей искусства Великобритании доля мальчиков

выше, нежели по всей стране. Р.А.Бек¹, используя биографии артистов, художников, дизайнеров и других служителей муз, помещений в справочники «Кто есть кто в искусстве», подсчитал общее количество их родных детей (включая умерших). Оказалось, что на 1834 сыновей приходится 1640 дочерей, что дает соотношение полов, равное 111.83:100. Эта пропорция достоверно отличается как от аналогичных данных для выдающихся людей, чьи биографии помещены в общем справочнике «Кто есть кто» (104.6:100), так и от средних статистических данных по всей Великобритании за 1987 г. (105.34:100).

Еще большее увеличение доли сыновей (117.89:100) обнаружил У.Мюллер² в потомстве 1179 крупнейших британских промышленников, родившихся между 1789 и 1925 гг. и имевших сравнительно невысокий образовательный уровень (немногие из них окончили колледжи и практически никто не учился в ведущих университетах). По мнению Мюллера, данные факты следует расценивать как подтверждение теории Трайверса—Уилларда³, согласно которой в потомстве самок, находящихся в благоприятных условиях среды, наблюдается сдвиг в соотношении полов в сторону самок, а в неблагоприятных — в сторону самок. По этой теории следует ожидать увеличения доли сыновей в потомстве женщин с высоким социально-экономическим статусом.

¹ Beck R.A. // Nature. 1992. V.356. P.189.

² Mueller U. // Nature. 1993. V.363. P.490.

³ Trivers R.L., Willard D.E. // Science. 1973. V.179. P.90—92.

¹ Подробнее см.: Силкин Б.И. Эль-Ниньо — Южная осцилляция // Природа. 1996. № 1. С.92—95.

Однако в таком случае не совсем понятно, почему подобного сдвига не наблюдалось в семьях людей из общего справочника «Кто есть кто», имеющих, вне всякого сомнения, достаточно высокий уровень доходов и занимающих далеко не последнее положение в обществе. Именно поэтому применять данную модель к человеку довольно сложно, о чем и предупреждали ее создатели.

На наш взгляд, подобные исследования хотя и представляют определенный интерес, но грешат некоторой переоценкой социальных факторов в ущерб факторам биологическим. Другой подход имеют исследования, проведенные в Великобритании, показавшие, что в семьях профессиональных водителей и мужчин, «зависимых от алкоголя», т.е. тех, чья профессия связана с частым его употреблением (обе эти категории имеют сравнительно невысокий социальный статус), доля сыновей в потомстве достоверно ниже среднего значения по стране. В данном случае, возможно, имеется биологическая причина, поскольку этиловый спирт, как и свинец, содержащийся в бензине, может каким-то образом воздействовать на сперматогенез⁴.

Очевидно, для изучения проблемы соотношения полов в потомстве человека недостаточно одной лишь статистической обработки биографий, генеалогических таблиц и подобных источников, а требуются комплексные исследования, учитывающие такие важные популяционно-генетические аспекты, как размер и степень закрытости конкретной

социальной группы для браков с лицами, не входящими в нее, распространенность близкородственных браков и т.д.

© А.Г.Викторов,
кандидат биологических наук
Москва

Биология

Гиганты и карлики среди варанов: модель эволюции

Классик современной герпетологии доктор Э.Пианка, который приобрел мировую известность своими исследованиями по экологии австралийских ящериц и разработкой теории экологической ниши и структуры сообществ, а ныне работает в Техасском университете, провел оригинальное исследование эволюции размеров варановых ящериц¹.

Интерес именно к варановым ящерицам и именно к их размерам не случаен. Эти примитивные ящерицы занимают своеобразное место в системе чешуйчатых пресмыкающихся и достигают самых крупных в своем подотряде размеров. Современный рекордсмен — широко известный варан с о.Комодо: его длина 3 м, а масса тела 150 кг. Однако ископаемые вараниды были еще крупнее: плейстоценовый варан *Megalania prisca* из Австралии достигал 7 м в длину и весил более 600 кг. Вместе с тем среди варанов есть и

настоящие лиллипуты: длина *Varanus brevicauda* всего 20 см и весит он лишь 8—10 кг. Подобного диапазона размеров нет ни в одной другой группе ящериц.

Пианка проанализировал размеры ныне живущих и ископаемых варанов в соотношении с новейшими данными об их филогении и распространении. В результате родилась гипотетическая, но хорошо обоснованная картина эволюционных изменений размеров тела варанов. Очевидно, их общий предок имел средние для этой группы размеры. Затем в эволюции варанов четырежды происходило изменение ее темпов, в том числе развитие гигантизма и карликовости. Процессы миниатюризации начинались только дважды и только в Австралии.

Предложенная автором модель эволюции размеров тела позволила ему сформулировать ряд интересных вопросов. Что в общем строении варанов способствует столь разительной эволюции размеров? Почему именно у варанов они неоднократно эволюционировали так быстро? Что стимулировало разнонаправленный отбор по размерам тела? Происходило ли подобное в симпатричных (географически не изолированных) филогенетических ветвях варанид? Чем объясняется широкое распространение варанов именно в Австралии (эти ящерицы встречаются также в Африке и в Азии)? Связаны ли между собой процессы активной адаптации варанов-пигмеев и варанов-гигантов в Австралии?

Пианка высказывает предположение, что своеобразие эволюции варанов в Австралии объясняется отсутствием на этом острове-

⁴ Dickinson H., Parker L. // J. Theor. Biol. 1994. V.169. № 3. P.313—315.

¹ Pianka E. // The American Naturalist. 1995. V.146. № 3. P.398—414.

материке потенциальных конкурентов хищных ящериц — хищных млекопитающих.

© **Д. В. Семенов**,
кандидат биологических наук
Москва

Зоология

Самый маленький лемуру восстановлен в правах

В 1852 г. в джунглях Мадагаскара среди прочих мелких приматов зоологи обнаружили крошечного мышиногo лемуру размером с медную монетку. Он был объявлен самым маленьким приматом в мире и выделен в отдельный вид *Microcebus rufus*.

Однако затем исследователи почему-то посчитали его подвидом одного из двух хорошо изученных видов малых лемуров, обитающих на острове: *M. rufus* (рыжего лемуру Жоффруа, что занимает влажные тропические заросли на северо-востоке) и *M. mittermeieri* (чуть более крупного миллеровского, населяющего сравнительно сухие листовенные леса на юге и западе). Так *M. rufus* исчез из словарей и указателей животного мира как самостоятельный вид.

Восстановили крошку в правах немецкие зоологи Ю. Шмид и П. Каппелер (Y. Schmid, P. Kappeler; Центр по исследованию приматов, Гёттинген, Германия). Поймав рыжеватого мышиногo лемуру в западной части острова, они были удивлены необычным местом его обитания. Хотя зверек и был похож на хорошо им знакомого рыжего лемуру, но весил всего 30 г, т.е. почти

вдвое меньше, чем любой из двух известных видов.

Целенаправленные поиски позволили обнаружить в этом районе немало подобных животных и сравнить их с остальными лемурами. Оказалось, что *M. rufus* действительно заслуживает права считаться особым видом и вскоре вернется на страницы зоологических справочников и указателей.

New Scientist. 1995. V.147. № 1986. P.11 (Великобритания).

Микробиология

Вторая жизнь древнего микроба

Микробиологам Р. Кано и М. Боруцки (R. Cano, M. Borucki; Политехнический университет штата Калифорния, Сан-Луис-Обиспо, США) удалось выделить бактериальные споры из содeржимого желудка ископаемой мухи, жившей 40 млн. лет назад и прекрасно сохранившейся в кусочке янтаря, найденного в Доминиканской Республике. Поразительно то, что споры, помещенные в питательную среду, «ожили» и стали размножаться.

Специалисты установили, что по форме и составу рибосомальной ДНК эти древние микроорганизмы сходны с современными *Bacillus sphaericus*, которые встречаются в организмах пчел и других насекомых, а имеющиеся между ними различия вполне могут быть результатом мутаций, происходивших в течение последних 25—40 млн. лет.

Для того чтобы гарантировать чистоту эксперимента и преодолеть скептическое отношение многих

специалистов к подобным исследованиям, авторы приняли все возможные меры для обеспечения стерильных условий роста культуры. Ознакомившись с результатами эксперимента, известный микробиолог Ф. Герхардт (P. Gerhardt; Университет штата Мичиган, Ист-Лансинг, США) подтвердил, что им это вполне удалось.

Исследователи надеются, что некоторые из оживших ископаемых микробов смогут стать полезными при создании новых лекарственных средств.

Science. 1995. V.268. № 5213. P.1060 (США); New Scientist. 1995. V.146. № 1979. P.18 (Великобритания).

Медицина

Носители ВИЧ тоже хотят быть родителями

Поскольку ВИЧ-инфекция передается при половых контактах и от матери к ребенку (риск последней составляет 15—30%), в семьях, где один из супругов оказывается инфицированным, возникает проблема выбора: иметь или не иметь детей.

Группа голландских исследователей из Академического медицинского центра (Амстердам), включающая врача-гинеколога, биолога и специалиста по медицинской этике, решила рассмотреть некоторые возникающие в связи с этим проблемы.

В современном европейском обществе, в частности, в Голландии, есть определенная категория мужчин, инфицированных ВИЧ. Это, преимущественно, наркоманы и больные гемофилией, которым с лечеб-

ной целью постоянно вводят препараты крови. В большинстве случаев их партнеры не имеют в крови антител к ВИЧ. Если такая пара желает иметь детей, то ей предлагают искусственное оплодотворение донорской спермой, не содержащей вируса. Однако стремление к биологическому родительству заставляет врачей и пациентов искать другие способы решения проблемы.

В 1992 г. появилось сообщение об успешном оплодотворении 29 женщин специально обработанной спермой их партнеров, в крови которых был обнаружен вирус. В результате эксперимента было получено 17 беременностей, и ни одна из женщин не была заражена вирусом. К сожалению, процедура «отмывания» сперматозоидов не позволяет полностью исключить риск ВИЧ-инфекции для женщин.

Более сложной является ситуация, когда вирус находится в организме женщины, так как яйцеклетки, чтобы их исследовать и «отмыть», невозможно получить без хирургического вмешательства, в отличие от сперматозоидов. Большинство инфицированных женщин отказываются от желания иметь детей. Другие же идут на риск, уповая на имеющийся шанс рождения здорового ребенка. В рамках проведенного обследования было выявлено шесть женщин, которые сознательно вторично стали или собирались стать матерями, уже при первой беременности зная о своей инфицированности вирусом. Самые осторожные и состоятельные могут решить проблему с помощью оплодотворения «в пробирке», поручив вынашивание ребенка суррогатной матери. Одна-

ко и в этом случае необходимо быть уверенным в том, что сама яйцеклетка не содержит ВИЧ. А на этот вопрос не так-то просто получить ответ, даже если преодолеть возникающие при этом психологические и юридические сложности.

Когда оба родителя несут вирус в крови, но все же желают завести ребенка, врач должен отстаивать права будущего малыша, которые безусловно нарушаются. Даже если он и родится здоровым, продолжительность жизни его родителей заведомо ограничена, и перед ним стоит реальная угроза остаться сиротой; если же при этом он сам окажется инфицированным, то непременно возникнут сложности при устройстве его в интернат, а найти ему приемных родителей практически будет невозможно.

Помочь родителям сделать трудный выбор должны, прежде всего, семейный врач, акушер, педиатр, специалист по СПИДу, медицинский социальный работник. К сожалению, или к счастью, практический опыт решения этих проблем пока очень ограничен.

Русский медицинский журнал. 1995. Т.2. № 5. С.297—302 (Нидерланды).

Физиология

Как одиночная саранча становится стайной

Пустынная саранча (*Schistocerca gregaria*), как известно, существует в двух формах: одиночной и стайной.

Пагубное превращение невинного одиночки в грозу полей и лесов обычно про-

исходит после того, как над пустыней или полупустыней, где живет саранча, прольется благодатный дождь. После — но не вследствие.

Это и установили недавно энтомологи Оксфордского университета (Великобритания), возглавляемые С.Симпсоном (S.Simpson), проведя несколько серий экспериментов.

Рассадив по клеткам множество саранчи-одиночек, исследователи поливали их «дождем», а рядом, за прозрачным экраном, помещали саранчу стайную. В других случаях подопытных обвевали лишь воздухом, насыщенным запахом их соплеменников. Оказалось, однако, что ни влага, ни вид, ни запах не подталкивают одиночных особей к тому, чтобы стать стайными.

Но когда клетку с насекомым набивали бумажными шариками, имитировавшими тесноту и плотность стаи, и ему приходилось сквозь них протискиваться, у него сперва начинал меняться характер поведения. И только в следующем поколении из яиц, отложенных самкой, которая провела около четырех часов в тесноте, вылуплялись настоящие стайные особи.

Затем последовали эксперименты с пеной, в которую у этих насекомых окутана кладка яиц. Выяснилось, что если ее устранить, то яйца, из которых должна вылупиться стайная саранча, приносили безвредных одиночек. Если же этой пеной обволакивать яйца, из которых ожидается именно их появление, то, наоборот, на свет является прожорливая саранча.

Значит, за превращение отвечает химический состав пены. Теперь С.Симпсон и А.Мак-Каффри (A.McCaffery; Ридингский университет, Великобрита-

ния) пытаются выяснить химическое строение вещества, содержащегося в пене. Кроме того, ученым предстоит установить, где образуются это вещество, и затем уж решать, как воздействовать на процесс, чтобы предупредить развитие стайной формы.

Есть в принципе и иной метод: синтезировать это вещество и распылять его, заставляя саранчу собираться в стаи прежде, чем поднимется под дождем растительность, необходимая для ее пропитания. Тогда саранча просто перемрет от голода.

Немалая часть мира с нетерпением ждет новых методов борьбы с саранчой. Организация по продовольствию и сельскому хозяйству ООН ежегодно тратит 350 млн. долл. на инсектициды, но успехи незначительны, а экологи обеспокоены побочными эффектами.

Physiological Entomology. 1996. V.20. P.199; New Scientist. 1996. V.149. № 2011. P.13 (Великобритания).

Охрана природы

Восстановленная популяция снова под угрозой

Восстановление популяции самого крупного однорогого носорога (*Rhinoceros unicornis*) в штате Ассам (Индия), где ныне обитает около 75% индийских носорогов, — одно из важнейших достижений нашего века в области сохранения живой природы.

Вместе с тем сложившаяся ныне ситуация, связанная с сокращением ассигнований на их охрану и ростом браконьерства, создает серьезные проблемы

для выживания носорогов. Кроме того, политическая нестабильность отпугивает многих туристов, приносящих немалый доход штату. В борьбе с браконьерами правительству и Лесному управлению штата особенно необходима сейчас поддержка местных жителей.

International Wildlife. 1995. V.25. № 2. P.28 (США).

Охрана природы

Как спасти золотистую львиную игрунку?

Несмотря на то что золотистая львиная игрунка, или розалия (*Leontopithecus rosalia*, семейство игрунковых обезьян), — символ Бразилии, она находится под угрозой полного исчезновения.

Основным пунктом программы по защите этих животных является сохранение быстро уничтожаемых влажных лесов в прибрежных зонах. Недавние исследования показали, что большинство жителей знакомы с львиными игрунками только по фотографиям и лишь треть местного населения и 19% фермеров знают, что обезьянкам грозит уничтожение. А именно от фермеров в наибольшей степени зависит их судьба.

Программа по спасению золотистой львиной игрунки призывает природоохранные организации установить тесный контакт с крупными и мелкими землевладельцами, развернуть специальную просветительскую работу среди фермеров, изучить их проблемы и активнее привлекать их самих к поиску решения природоохранных задач.

International Wildlife. 1995. V.25. № 4. P.28 (США).

Экология. Техника

Патрульный катер экологического контроля

В Санкт-Петербурге построен двухвинтовой однопалубный катамаран водоизмещением 54.6 т, предназначенный для контроля экологического состояния водной среды, донного грунта и приводного слоя атмосферы. Он создан Ассоциацией предприятий морского приборостроения (генеральный директор А.В.Гусев). На судне установлен специально разработанный природоохранный комплекс «Акватория». В его состав входят:

- буксируемая система контроля параметров водной среды на глубинах до 30 м с непрерывным отбором и подачей на борт судна проб воды;
- система контроля параметров водной среды в приповерхностном слое на глубине до 1 м, аналогичная по назначению буксируемому подкомплексу;
- система ультразвукового зондирования толщи воды для обнаружения инородных включений;
- телеуправляемый подводный аппарат;
- устройство для отбора проб воды из придонного слоя при стоянке судна;
- система контроля уровня удельной радиоактивности в придонном и приповерхностном слоях воды, в отобранных пробах донного грунта, а также мощности экспозиционной дозы γ -излучения в приповерхностном слое воздуха;
- аппаратура дистанционного зондирования водной поверхности для обнаружения пленок нефти и нефтепродуктов;
- гидрохимическая лаборатория для экспресс-

анализа (в проточном режиме) содержания основных веществ-загрязнителей в непрерывно подаваемых на борт судна пробах воды;

вычислительный центр, обеспечивающий обработку, документирование и хранение поступающей информации, подготовку электронных карт с индикацией маршрута движения судна, отметок о наличии веществ-загрязнителей и точек отбора проб, оформление итоговых документов о результатах патрулирования, а также формирование банка данных.

Забортными подкомплексами непрерывно определяются на двух выбранных горизонтах температура, удельная электропроводность, рН воды, концентрация в ней растворенного кислорода, окислительно-восстановительный потенциал (Eh), удельная радиоактивность.

На борту судна анализируются пробы воды на содержание тяжелых металлов, фторидов, хлоридов, сульфатов, нитратов, нитритов, фосфатов и аммония, растворенных органических соединений, а также нефтепродуктов (растворенных и в виде пленок), радионуклидов (в том числе в пробах грунта), поверхностно-активных веществ.

Контролируемый диапазон содержания загрязнителей составляет от 0.1 до 10 ПДК; концентрации радионуклидов: в воде по γ -излучению — от 10^{-10} до 10^{-6} Ки/л, по β -излучению — от 10^{-9} до 10^{-6} Ки/л; в грунте: по γ -излучению — от 10^{-11} до 10^{-7} Ки/л, по β -излучению — от 10^{-9} до 10^{-7} Ки/л; мощность экспозиционной дозы γ -излучения — от 10 до 10^4 мкР/ч.

Комплекс «Акватория» обслуживают четыре человека: инспектор природо-

охраны, инженер по электронно-вычислительной технике, химик-аналитик, техник по гидроакустике.

Районы плавания патрульного катера — реки и внутренние водоемы, а также прибрежные морские воды с глубинами больше 1 м.

Разработка этого судна была представлена на конкурс «Награды Генри Форда в защиту окружающей среды 1995/1996» и завоевала призовое место¹.

© Л.П.Белянова,
кандидат химических наук
Москва

Охрана окружающей среды

Сжигая отходы, не отвращать население

Общественной группе, занимающейся вопросами охраны окружающей среды в Хайленд-Парке (штат Мичиган, США), пришлось сражаться против строительства новой системы для сжигания медицинских отходов целых два года.

Беспокойство общественности основано на том, что в этом небольшом городке недалеко от Детройта население и так подвергается сильному воздействию диоксинов и других токсических веществ. На его территории уже расположены: крупнейшая в США установка для сжигания бытовых отходов, две установки для сжигания медицинских отходов и более 100 площадок, где производится первичная обработка и погрузка токсичных отходов.

¹ Подробнее см.: Награды Генри Форда в защиту окружающей среды // Природа. 1996. № 8.

Введение в строй новой системы сжигания отходов в значительной степени ухудшило бы экологическую обстановку в городе: в воздухе повысился бы уровень содержания диоксинов, выделяемых при сгорании пластиков, а также других загрязнителей, таких как ртуть, свинец, кадмий, никель, мышьяк и хром.

Усилия общественности не пропали даром. Специалисты Центра природных ресурсов Великих озер смогли убедить правительство штата отменить решение о строительстве.

International Wildlife. 1995. V.25. № 3. P.27 (США).

Охрана окружающей среды.
Психология

Как защититься от марсиан? Или важнее — от землян?

Этой проблемой все-разея занята сейчас компетентная комиссия, созданная Национальной академией наук США по настоянию НАСА. Речь идет не о загадочных «зеленых человечках» с антенной на макушке, а о микроорганизмах, которые могут существовать на Марсе и в таком случае могут быть невольно завезены на Землю астронавтами недалекого будущего.

Подавляющее число ученых считают крайне незначительными шансы обнаружить на Марсе жизнь. Несколько больше оптимизма относительно возможности найти там следы организмов, существовавших миллионы лет назад, причем по уровню своей

организации они вряд ли превосходили бы земные бактерии. Так что НАСА боится не столько «ужасных марсиан», сколько панической реакции сограждан: в космическом ведомстве США еще не забыли ту волну протеста, которую в 80-х годах вызвало одно только намерение ученых использовать для повышения морозоустойчивости растений генетически сконструированную форму банального микроорганизма *Pseudomonas syringae* (бактерию «Минус лед»). Множество «зеленых» организаций обратилось тогда в суд, утверждая, что эта генетически сконструированная форма может нанести непоправимый вред среде обитания человека. Такая реакция задержала исследование на пять лет.

У НАСА есть все основания полагать, что общественность с не меньшим подозрением отнесется к возможной жизни на Марсе. Среди членов Планетарного общества, объединяющего около 100 тыс. профессионалов и любителей исследования космоса, был проведен опрос. Он показал, что свыше 80% этих сравнительно более образованных и заинтересованных в таком деле людей настаивают: образцы марсианских геологических пород должны считаться опасными до тех пор, пока это не будет надежным образом опровергнуто. Так что можно понять руководителя биологического отдела НАСА Д.Де Винсенци (*D.DeVincenzi*), когда он говорит: «Мы можем до бесконечности обсуждать научные и технические аспекты, но общественная реакция остается непредсказуемой, и она может остановить все наши усилия».

Сотрудница Института

СЕТИ («Поиск внеземных цивилизаций») М.Рейс (*M.Race*) подчеркивает, что отношение общественности формируется под влиянием самых крайних предположений; в случае с Марсом — это появление на Земле чуждых нам вирулентных организмов.

Вероятно, Управление по охране природной среды США потребует от НАСА заблаговременно представить «сценарий» своих действий для оценки того, как может повлиять на земную жизнь появление любых неизвестных марсианских организмов. Не исключено, что Министерство сельского хозяйства США будет настаивать на создании должного карантинного режима на территории, где вероятно приземление астронавтов.

Некоторые специалисты предлагают доставлять образцы сперва на орбитальную станцию, где их свойства можно предварительно изучить. Впрочем, НАСА предпочтет успокоить публику иными беспрецедентными мерами предосторожности: например, снабдив марсианский посадочный отсек самостерилизующим покрытием.

Сторонники охраны природной среды могут напомнить о событиях 1969 г., когда безопасность, по их мнению, не была соблюдена при возвращении на Землю космического аппарата «Аполлон-11»: астронавты, приволившиеся в Тихом океане, надели изоляционные костюмы уже после того, как люк посадочного отсека был открыт. «Если бы на Луне существовала жизнь, — указывают они, — она была бы уже занесена на нашу планету».

Чтобы избежать подобных ошибок, НАСА начинает научную и общественную подготовку к возвращению с

Марса людей, геологических образцов и образцов льда за девять лет до полета к Красной планете.

New Scientist. 1996. V.150. № 2024. P.7 (Великобритания).

Психология

Психология участника лотереи

Социолог С.Лош (*S.Losh*; Университет штата Флорида, Таллахасси, США) на годичной конференции Американской ассоциации развития науки (Балтимора) изложила результаты исследования мотивов поведения участников лотерей, проведенных во Флориде.

Почти половина опрошенных принимала участие в лотереях в течение последних двух месяцев перед исследованием. Тираж производился устройствами ежедневно, так что респонденты включались в игру в среднем 3—4 раза в неделю. Один и тот же человек далеко не всегда использовал одинаковый метод при выборе «счастливого» номера.

Оказалось, что около 40% играющих опирается на какие-либо важные для них даты (например, на день рождения или свадьбы), полагая, что это поможет им выиграть крупную сумму. При телефонном опросе 681 жителя 22% обращались «за советом» к несложному электронному устройству (генератору случайных чисел), а 16% принимали решение во время молитвы или с помощью неких религиозных или мифологических «наводящих указаний»; только 3% при выборе номера использовали бытовые факторы (размер обуви, номер на аптечном рецепте и т.п.). Никаким фиксиро-

ваным или постоянным способом не пользовались примерно 10%.

Интересно, что более образованные люди, как правило, применяли более «рациональный» подход: они чаще прибегали к помощи генератора случайных чисел, а постоянные посетители церквей делали это куда реже (возможно, здесь срабатывало нежелание верующего признаться в грехе участия в азартных играх, о чем свидетельствовала бы покупка генератора).

Средний участник флоридской лотереи выглядит так: это женатый мужчина, работающий по найму со средним заработком 34 249 долл./год (тогда как избегающий лотерей гражданин ежегодно получает 28 669 долл.). Это полностью противоречит установившемуся среди критиков лотерей мнению, будто их участники обычно люди бедные, не умеющие правильно распорядиться своими деньгами. Исследовательница заключает: «Игроки — это те, кто может позволить себе азартно играть».

New Scientist. 1996. V. 149. № 2018. P.14 (Великобритания).

Демография

Рост народонаселения сокращается

В Международном институте прикладного системного анализа (IIASA, Вена, Австрия) исследовалась тенденция динамики народонаселения Земли. Впервые за всю историю демографии констатируется, что темп прироста численности рода человеческого с

1995 г. начал, очевидно, снижаться во всех регионах мира.

Сделана попытка оценить степень неопределенности собственных прогнозов. Руководитель демографической программы В.Лутц (W.Lutz; IIASA), подчеркивая сложность проблемы, отмечает, что, разделив земной шар на 13 регионов, он с коллегами попросил 12 видных экспертов предсказать по каждому из них наиболее вероятные уровни рождаемости и смертности на 2050 и 2100 гг.; при этом им было предложено назвать верхний и нижний пределы, которые с 90% вероятностью отражали бы истинную величину.

На основании этих статистически обработанных прогнозов был сделан вывод: к 2050 г. население планеты с нынешних 5.75 млрд. людей вырастет до 10 млрд.; к 2075 г. оно достигнет максимума — около 11 млрд., а затем или будет сохраняться на этом уровне, или же пойдет медленно на снижение, которое продлится по меньшей мере до 2100 г.

Существует 95% вероятность, что в 2100 г. население Земли будет в пределах между 6 и 17 млрд. человек. Вероятность же того, что численность людей никогда не удвоится по сравнению с нынешней, достигает 64%.

Согласно прежним исследованиям, регион Африки южнее Сахары сильно отстает в общем процессе контроля за деторождаемостью. Теперь, хотя численность здешнего населения, по новому прогнозу, еще должна утроиться, успехи планирования семьи уже заметны и тут.

Влияние прогнозируемых демографических изменений на состояние земных

ресурсов обусловлено не только уровнем народонаселения. Так, потребление топлива для обогрева жилищ в большей степени зависит от количества статистических «дворов», чем от людского «поголовья». При этом следует учесть, что повсеместно растет число разводов, все больше пожилых людей живет отдельно от младшего поколения и количество малых семей увеличивается (особенно в развитых странах).

Итак, заключения, сделанные коллективом Международного института прикладного системного анализа, в значительной мере ведут к пересмотру существующих демографических оценок. Они должны быть учтены при решении множества экономических и социальных проблем глобального порядка.

New Scientist. 1996. V. 149. № 2017. P.8 (Великобритания).

Правила для авторов

«Природа» — междисциплинарный естественно-научный журнал. Наш читатель — специалист с высшим образованием (или студент), интересующийся смежными дисциплинами, поэтому статьи должны быть написаны ясно и просто, с необходимым введением в тему. Одновременно статьи должны помогать профессионалам ориентироваться в последних научных достижениях.

Среди авторов предпочтение отдается специалистам, непосредственно работающим в научном направлении по раскрываемой теме. Все статьи журнала проходят тщательную редакционную подготовку и последующее согласование с автором.

Статья должна быть послана по почте или доставлена в редакцию в двух экземплярах. Желательна также копия на электронном носителе (дискеты 3" или 5" возвращаются авторам немедленно после копирования); текст в любом редакторе, кроме ChiWriter,

графический материал в произвольном формате. Цветные иллюстрации представляются в виде слайдов или фотографий (желательно с негативами), их оригиналы возвращаются авторам.

Редакция дает авторам справки о прохождении рукописи (телефон 095+238-2456). Редакция не высылает рецензий на работы, если они не приняты к печати. Тексты и графический материал не возвращаются авторам, если это не оговорено заранее.

По структуре статьи в журнале условно подразделяются на: проблемные, исторические, научные сообщения, новости, рецензии и письма в редакцию.

Проблемные статьи — сообщают читателю о современной ситуации в крупном научном направлении. Предельный объем — 30 тыс. знаков (30 килобайт текстового формата, или 16 машинописных страниц), 10 рисунков. Обзорные статьи заказываются авторам редакторами; при инициативе автора

Ф. СП-1	<div style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 70707 <small>(индекс издания)</small> </div> <p style="text-align: center;">АБОНЕМЕНТ на журнал ПРИРОДА</p> <div style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Количество комплектов </div> <p style="text-align: center;">на 1997 год</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td> </tr> <tr> <td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td> </tr> </table> <p>Куда _____ <small>(почтовый индекс) (адрес)</small></p> <p>Кому _____ <small>(фамилия, инициалы)</small></p>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																
	<p style="text-align: right;">ДОСТАВочНАЯ КАРТОЧКА</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px;"> </td> <td style="width: 20px;"> </td> <td style="width: 20px;"> </td> <td style="width: 20px;"> </td> <td style="width: 20px;"> </td> <td style="width: 20px;"> </td> <td style="width: 20px;"> </td> <td style="width: 20px;"> </td> <td style="width: 20px;"> </td> <td style="width: 20px;"> </td> <td style="width: 20px;"> </td> <td style="width: 20px;"> </td> </tr> <tr> <td>ПВ</td> <td>место</td> <td>ли-тер</td> <td colspan="9">на журнал 70707 <small>(индекс издания)</small></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">ПРИРОДА</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Стоимость</td> <td style="width: 35%;">подписки перес-адресовки</td> <td style="width: 15%;">руб.</td> <td style="width: 15%;">руб.</td> <td style="width: 20%;">Количество комплектов</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">на 1997 год</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td> </tr> <tr> <td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td> </tr> </table> <p>Куда _____ <small>(почтовый индекс) (адрес)</small></p> <p>Кому _____ <small>(фамилия, инициалы)</small></p>													ПВ	место	ли-тер	на журнал 70707 <small>(индекс издания)</small>									Стоимость	подписки перес-адресовки	руб.	руб.	Количество комплектов						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
ПВ	место	ли-тер	на журнал 70707 <small>(индекс издания)</small>																																																								
Стоимость	подписки перес-адресовки	руб.	руб.	Количество комплектов																																																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																

перед написанием обзорной статьи желательно обсудить с редактором соответствующего отдела ее проект (устно или письменно). Проблемная статья сопровождается фотографией и краткой научной биографией автора (авторов). Желательна краткая аннотация на английском языке или перевод узкопрофессиональных слов.

Статьи по истории науки — по структуре, объему и порядку согласования аналогичны проблемным статьям.

Научные сообщения — их тема — последние результаты (включая авторские) по направлениям, представляющим общенаучный интерес. Предельный объем — 15 тыс. знаков (15 килобайт, или 8 машинописных страниц), 5 рисунков.

Новости — краткое изложение свежих (по публикациям не старше 4 мес.) значимых научных результатов. Новости, пересказывающие оригинальную работу без комментариев, публикуются без подписи. Предельный объем — 5 тыс. знаков (5 килобайт, или 3 машинописные страницы), 2 рисунка.

Рецензии — посвящены книгам, представляю-

щим междисциплинарный интерес. Рукопись сопровождается книгой, которая после публикации рецензии на нее возвращается автору. Предельный объем — 10 тыс. знаков (10 килобайт, или 6 машинописных страниц).

Письма в редакцию — отражают личное мнение автора по вышедшим статьям в «Природе» или общезначимым научным событиям. Объем произволен, но редакторское сокращение безжалостно, поэтому содержательность приветствуется.

Все статьи должны сопровождаться необходимыми указаниями на источники литературы — книги и статьи в доступных российскому читателю журналах. Литература дается в виде подстрочных ссылок, пронумерованных в порядке их появления в статье. Многократные ссылки на один источник недопустимы.

После публикации авторам выплачивается умеренный гонорар.

Правила для авторов и содержание номеров журнала, начиная с 1994 г., можно получить по электронному адресу: <http://www.rjpn.net>

ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ ОФОРМЛЕНИЯ АБОНЕМЕНТА!

На абонементе должен быть проставлен оттиск кассовой машины.

При оформлении подписки (переадресовки) без кассовой машины на абонементе проставляется оттиск календарного штампа отделения связи. В этом случае абонемент выдается подписчику с квитанцией об оплате стоимости подписки (переадресовки).

Для оформления подписки на газету или журнал, а также для переадресования издания бланк абонемента с доставочной карточкой заполняется подписчиком чернилами, разборчиво, без сокращений, в соответствии с условиями, наложенными в каталогах Роспечати.

Заполнение месячных клеток при переадресовании издания, а также клетки «ПВ — МЕСТО» производится работниками предприятий связи и Роспечати.

Геология за горизонтом двадцатого века

Н. И. Николаев,

доктор геолого-минералогических наук
Москва

ЭТА КНИГА принадлежит перу одного из крупнейших современных геологов. Виктор Ефимович Хаин относится к числу немногих ученых, которые работают почти во всех областях геологической науки.

Участник развития геотектоники, стратиграфии, нефтяной геологии, истории и методологии науки на протяжении 60 лет, он поставил перед собой задачу заглянуть в будущее и отметить важнейшие, главным образом теоретические проблемы, которые остаются нерешенными и перейдут в век XXI.

Рецензируемая книга невелика, но содержит 21 главу, и в конце каждой приводится список мировых литературных источников самых последних лет. В краткой рецензии невозможно изложить весь широкий круг обсуждаемых вопросов — от гипотез о происхождении планеты Земля, рождении континентов, возникновении и расцвете жизни до самых новых планетологических идей.

Много места уделено разным аспектам тектоники плит, причинам диссимметрии Земли, оценкам возраста Мирового океана и его происхождению. Книга дает представление об упорядоченности структурного плана Земли, раздробленности земной коры и литосферы, проблемах, связанных с



В.Е.Хаин. ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОЛОГИИ (ГЕОЛОГИЯ НА ПОРОГЕ XXI ВЕКА). М.: Наука. 1994.

кольцевыми структурами. Автор обсуждает вопросы непрерывности, постепенности или скачкообразности в развитии геологических процессов и органического мира, говорит об источниках энергии глубинных геологических процессов.

Читатель узнает точку зрения автора на то, как работает «машина» Земля, расширяется или сжимается наша планета, каково влияние космических процессов на ее развитие.

Последние главы посвящены преимущественно сравнительной планетологии. В послесловии кратко представлены новые идеи, появившиеся в мировой ли-

тературе за время, пока книга готовилась к печати.

Свой труд «Основные проблемы современной геологии» автор рассматривает как своеобразный постскрипtum ко всем своим предыдущим сочинениям. Напомним читателю, что это прежде всего обширная монография, посвященная основным вопросам общей геотектоники (1964, 1973), которая стала настольной книгой каждого геолога, пятитомная монография «Региональная геотектоника» (1975—1981), «Историческая геотектоника» в трех томах (1988—1993). Параллельно с этим В.Е.Хаин обобщал проанализированный материал в оригинальных атласах карт, таких как «Атлас литолого-палеогеографических карт Мира» (1989) и в тектонических картах мира (1984) и др.

В процессе работы над всеми этими трудами В.Е.Хаин изучил и критически проработал колоссальную мировую литературу по разнообразным вопросам геологии. Кроме того, его умению решать труднейшие задачи в разных областях безусловно способствуют интуиция, воображение и главное — смелость.

В самом подходе к темам, конечно, сказались научные пристрастия автора. По существу, все проблемы, рассмотренные в книге, относятся к разряду теоретической геологии и касаются, главным образом, геотектоники в широком понимании — такого раздела геологической науки, кото-

рый изучает строение, движение и развитие земной коры, тектоносферы и развитие Земли как планеты.

К сожалению, сам автор недостаточно ясно показал, что именно объединяет выбранные им очень разнообразные проблемы. Это в какой-то мере превращает книгу в сборник очерков.

Монография может рассматриваться как глубокий и содержательный научный труд, хотя и написанный в популярной форме. Может восприниматься и как обзор современной литературы, опубликованной в самые последние годы, по актуальным проблемам геологии, требующим или дальнейшей их разработки, или переоценки. В основном же книга рассчитана на широкий круг читателей. Она хорошо написана и довольно легко читается, хотя требует некоторого напряжения мысли и определенных предварительных знаний.

Кстати говоря, было бы полезно сопроводить книгу справочным аппаратом с разъяснением редко употребляемых терминов. В рецензируемой работе чувствуется также отсутствие должного внимания к методологическим проблемам геологии, которые, конечно, будут обсуждаться и в XXI веке.

В одной из последних глав автор очень кратко и емко формулирует свой

взгляд на взаимодействие человека и природы, отмечая необходимость ведущего участия экологов в рациональном планировании и использовании природной среды. В.Е. Хаин предлагает выделить эти вопросы в новую научную дисциплину под названием «ноогеология» (разумная геология), которая должна целенаправленно планировать оптимальное использование природных ресурсов.

Рассматривая фундаментальные проблемы, которые будут решаться в XXI в., автор, как мне кажется, оставил без должного освещения назревающую глубочайшую революцию. Выводы по строению земной коры и тектоносферы всегда основывались на подробном структурном анализе деформаций поверхностных частей Земли, отображаемых на тщательно составленных, часто «ювелирных» геологических и тектонических картах. Недостатком такого направления был, как мною уже отмечалось¹, отрыв от изучения жизни глубинных структур.

Какова природа процессов, происходящих в недрах Земли? Симптомы

научной революции, связанной с новым взглядом на эти закономерности, уже как бы «витают в воздухе». Намеки на это встречаются и в рецензируемой книге.

В литературе уже упоминалось, что такие понятия, как хаос, детерминированный хаос, нелинейная геодинамика, самоорганизация, диссипативные системы, фрактальность, перколяция и многие другие термины начинают завоевывать геологию. Надо готовиться к тому, что в XXI в. идеи, заимствованные из математики, физики, химии, биологии, с их количественными оценками в приложении к геологической науке, несомненно произведут революционный переворот. Вспоминаются слова крупнейшего австралийского геолога У.Кэри: «Нет никаких сомнений в том, что прославленные сейчас достижения в науке весьма тривиальны по сравнению с громадной неизвестностью, окружающей нас»².

Таковы мои по необходимости очень сжатые впечатления от уникальной (считаю это слово вполне уместным) книги академика В.Е.Хаина, которая стала событием не только в отечественной, но и в мировой литературе по геологии.

¹ Николаев Н.И. Неотектоника и ее выражение в структуре и рельефе территории СССР // *Вопр. региональной и теорет. неотектоники.* М., 1962. С.392; Он же. Новейшая тектоника и геодинамика литосферы. М., 1988. С.491.

² Кэри У. В поисках закономерностей развития Земли и Вселенной. М., 1991. С.396.

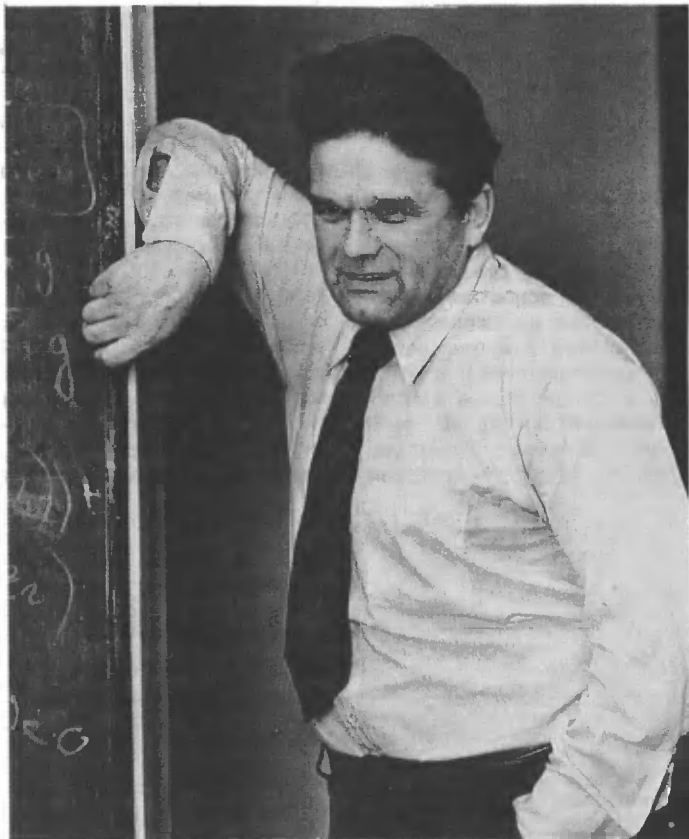
Медаль имени Макса Планка — академику Л.Д.Фаддееву

ВЫДАЮЩЕМУСЯ российскому математику, физику-теоретику Людвигу Дмитриевичу Фаддееву 13 марта этого года вручена медаль им. Макса Планка за 1996 г.

Эта медаль, учрежденная в 1928 г. Союзом немецких физических обществ в честь известного физика Макса Планка еще при его жизни, ежегодно присуждается немецким и зарубежным ученым за достижения в области теоретической физики. Высокой награды были удостоены Макс Планк и Альберт Эйнштейн (1929), Нильс Бор (1930) и Вернер Гейзенберг (1933), Поль Дирак (1952) и Энрико Ферми (1954), российские ученые Лев Давидович Ландау (1960) и Николай Николаевич Боголюбов (1973).

Людвиг Дмитриевич родился 10 марта 1934 г. в Ленинграде в семье математиков Дмитрия Константиновича и Веры Николаевны Фаддеевых. Его отец — известный специалист в области теории чисел, алгебры, теории гомологий в группах, профессор Ленинградского государственного университета (ЛГУ) — долгое время работал в Ленинградском отделении математического института (ЛОМИ) им. В.А.Стеклова АН СССР. Сотрудником того же института была и Вера Николаевна.

Людвиг Дмитриевич окончил физфак ЛГУ, где традиционно сильна математическая школа. Первые работы относились к теории рассеяния и были положены в основу кандидатской дис-



Людвиг Дмитриевич Фаддеев.

сертации (1959). Он решил задачу трех тел в квантовой механике и сформулировал известные уравнения Фаддеева, которые широко используются в физике элементарных частиц. Эти работы стали темой его докторской диссертации (1963).

Фаддеев внес существенный вклад в решение проблемы квантовой теории поля. Вместе с В.Н.Поповым он впервые построил последовательную схему

квантования полей Янга—Миллса. Метод Фаддеева—Попова стал рабочим инструментом физиков-теоретиков. В середине 60-х годов Людвиг Дмитриевич решил чрезвычайно трудную задачу квантовой механики о восстановлении потенциала по данным рассеяния в трехмерном случае. Огромное значение для самых разнообразных областей теоретической физики имеют работы Фаддеева, связанные с исследованием солитонных решений нелинейных уравнений.

Многие пионерские ра-



Медаль Макса Планка.

боты Людвиг Дмитриевича отличаются ясностью мысли и простотой изложения. Это справедливо и в отношении научно-популярных статей. Так, в своей статье «Математический взгляд на эволюцию физики» (Природа. 1984. № 5) он убедительно

демонстрирует «"непостижимую" эффективность математики в физике», когда «язык, созданный для собственных нужд математики как игры ума», адекватно выражает физические связи.

Фаддеев — автор ряда монографий по квантовой теории рассеяния, калибровочным полям, теории солитонов. Создатель обширной научной школы Людвиг Дмитриевич отдает много сил научно-организационной, общественной и педагогической работе. Уже 20 лет он профессор Санкт-Петербургского университета, откуда вышло большинство его учеников. С 1973 г. — заведующий лабораторией математических проблем физики, с 1976 г. — заместитель директора ЛОМИ, директор Международного

математического института им. Л.Эйлера РАН. Л.Д.Фаддеев является академиком-секретарем Отделения математики РАН, председателем Национального комитета математиков. В 1982 - 1986 гг. вице-президент, а в 1986—1990 гг. — президент Международного комитета математиков.

В 1991—1993 гг. Людвиг Дмитриевич был главным редактором журнала «Природа». Коллектив редакции искренне поздравляет его с получением высокой награды и желает дальнейшей плодотворной деятельности на благо российской и мировой науки.

Научные заслуги академика Л.Д.Фаддеева получили широкое признание на родине и за рубежом.

Над номером работали
Ответственный секретарь
Ю.К.ДЖИКАЕВ

Научные редакторы
И.Н.АРУТЮНЯН
О.О.АСТАХОВА
Л.П.БЕЛЯНОВА
Г.В.КОРОТКЕВИЧ
Т.Ю.ЛИСОВСКАЯ
Л.А.ПАРШИНА
М.С.ПОКРОВСКАЯ
К.Л.СОРОКИНА
Н.В.УЛЬЯНОВА
Н.В.УСПЕНСКАЯ
О.И.ШУТОВА

Литературный редактор
М.Я.ФИЛЬШТЕЙН

Художественные редакторы
Л.М.БОЯРСКАЯ, Э.Р.БОЯРСКАЯ,
Т.К.ТАКТАШОВА

Заведующая редакцией
И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА

Младший редактор
Е.Е.БУШУЕВА

Компьютерный набор:
Н.Ф.БОДЕНЦОВА

Перевод
П.А.ХОМЯКОВ

Корректоры
В.В.БЕЛЯЕВ
Р.С.ШАЙМАРДАНОВА

В художественном оформлении
номера принимали участие
Л.В.БОГАЧЕВ
В.С.КРЫЛОВА

Издательство «Наука» РАН

Адрес редакции:
117810, Москва, ГСП-1
Мароковский пер., 26
Тел.: 238-24-56, 238-23-33
Факс: (095) 238-26-33

Подписано в печать 06.09.96
Формат 70×100 1/16
Бумага типографская № 1
Офсетная печать
Усл. печ. л. 10,32
Усл. кр.-отт. 69,2 тыс.
Уч.-изд. л. 15,1
Заказ 2813

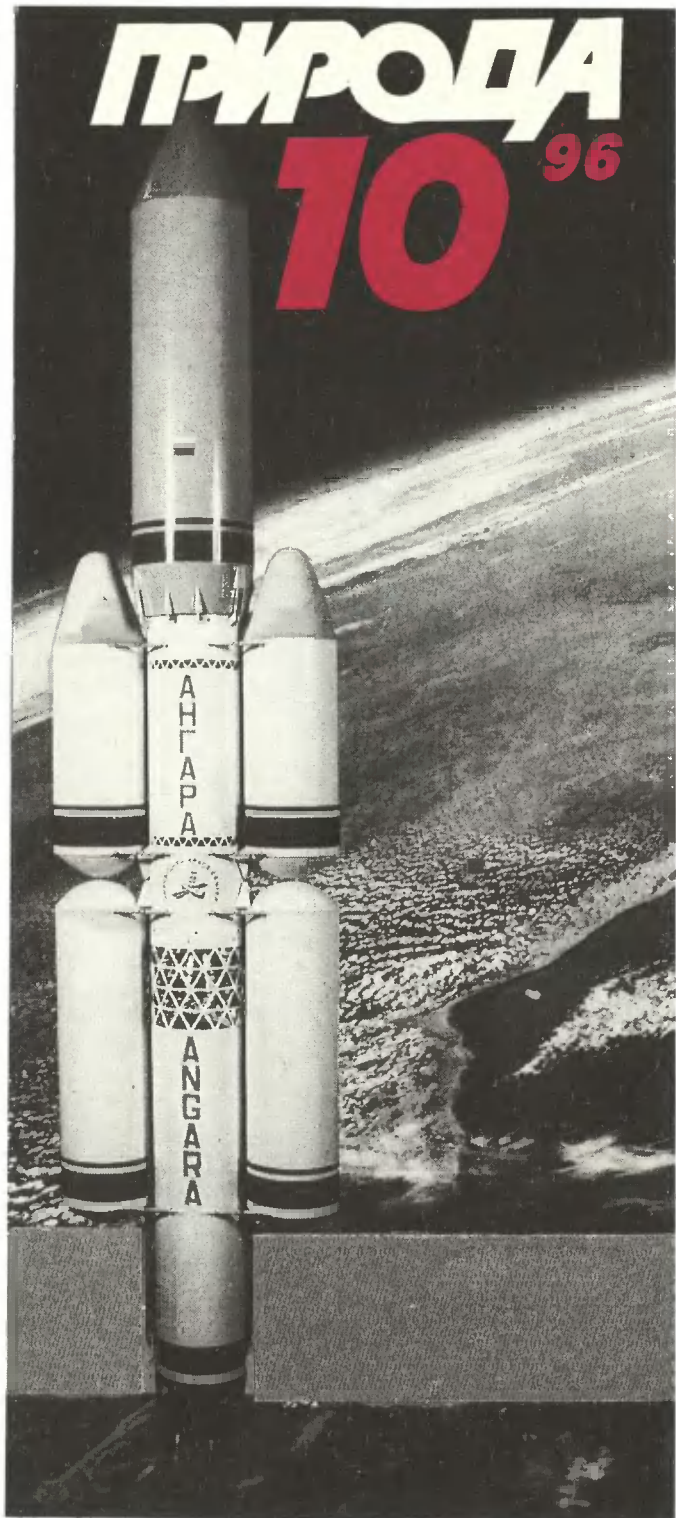
Ордена Трудового Красного
Знамени Чеховский
полиграфический комбинат
Комитета Российской
Федерации по печати
142300, г. Чехов
Московской области
Тел.: (272) 71-336
Факс: (272) 62-536

Нужна ли нам, россиянам, ракетно-космическая техника? По правильному ли пути шло развитие этой отрасли в нашей стране? На эти вопросы пытаются дать ответ авторы статьи, посвятившие многие годы служению космонавтике.

Мишин В. П., Паничкин Н. И.
ОТ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ РАКЕТ ДО
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

ПРИРОДА

70⁹⁶





ИЗДАНИЕ 0023 - МАК. ПИРОГОДА. 1986. № 3-188