

ISSN 0032-874X

ПРИРОДА

2'93



ПРИРОДА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
ПОПУЛЯРНЫЙ
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Издается с января 1912 года

Главный редактор академик Л. Д. ФАДДЕЕВ
Заместитель главного редактора А. К. СКВОРЦОВ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Академик АМН А. И. ВОРОБЬЕВ (медицина), доктор биологических наук Н. Н. ВОРОНЦОВ (биология, охрана природы), доктор геолого-минералогических наук Г. А. ГАБРИЭЛЯНЦ (геология), академик Г. П. ГЕОРГИЕВ (молекулярная биология), член-корреспондент РАН С. С. ГЕРШТЕЙН (физика), академик Г. С. ГОЛИЦЫН (физика атмосферы), академик И. С. ГРАМБЕРГ (океанология), академик В. А. ЖАРИКОВ (геология), член-корреспондент РАН Г. А. ЗАВАРЗИН (микробиология, экология), член-корреспондент АПН В. П. ЗИНЧЕНКО (психология), академик В. Т. ИВАНОВ (биоорганическая химия), академик В. А. КАБАНОВ (общая и техническая химия), доктор физико-математических наук С. П. КАПИЦА (физика), член-корреспондент РАН Н. С. КАРДАШЕВ (астрофизика, космические исследования), академик Н. П. ЛАВЕРОВ (геология), член-корреспондент РАН В. А. СИДОРЕНКО (энергетика), академик В. Е. СОКОЛОВ (зоология), член-корреспондент РАН В. С. СТЕПИН (философия естествознания), член-корреспондент РАН В. Н. СТРАХОВ (геофизика), член-корреспондент РАН Л. П. ФЕОКТИСТОВ (физика).

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), доктор физико-математических наук Л. П. ВИННИК (геофизика), доктор географических наук Н. Ф. ГЛАЗОВСКИЙ (география), доктор физико-математических наук А. А. ГУРШТЕЙН (астрономия, история науки), член-корреспондент РАН Г. В. ДОБРОВОЛЬСКИЙ (почвоведение), член-корреспондент РАН Л. П. ЗОНЕНШАЙН (геотектоника), М. Ю. ЗУБРЕВА (редактор отдела географии и океанологии), член-корреспондент РАН С. Г. ИНГЕ-ВЕЧТОМОВ (генетика), доктор физико-математических наук М. И. КАГАНОВ (физика), доктор физико-математических наук Н. П. КАЛАШНИКОВ (физика), доктор физико-математических наук А. А. КОМАР (физика), Л. Д. МАЙОРОВА (редактор отдела геологии, геофизики и геохимии), доктор биологических наук Б. М. МЕДНИКОВ (биология), Н. Д. МОРОЗОВА (редактор отдела научной информации), доктор технических наук Д. А. ПОСПЕЛОВ (информатика), член-корреспондент РАН И. Д. РЯБИЧКОВ (геология), доктор философских наук Ю. В. САЧКОВ (философия естествознания), доктор биологических наук А. К. СКВОРЦОВ (ботаника), Н. В. УСПЕНСКАЯ (редактор отдела философии, истории естествознания и публицистики), доктор биологических наук М. А. ФЕДОНКИН (палеонтология), доктор физико-математических наук А. М. ЧЕРЕПАШУК (астрономия, астрофизика), член-корреспондент РАН В. Д. ШАФРАНОВ (физика), доктор биологических наук С. Э. ШНОЛЬ (биология, биофизика), доктор геолого-минералогических наук А. А. ЯРОШЕВСКИЙ (геохимия).

НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Панорама Москвы. См. в номере: Арманд А. Д. Города на граи тысячелетий.

Фото Б. Л. Раскина

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Аборигенная хайландская порода крупного рогатого скота в Алтайском экспериментальном хозяйстве СО РАН. См. в номере: Столповский Ю. А. Красная книга домашних животных.

Фото автора



— символ межправительственной программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (The Man and the Biosphere). Им обозначены материалы, которые «Природа» публикует, участвуя в этой программе.



© Российская академия наук
журнал «Природа» 1993

В НОМЕРЕ

3 ПРОБЛЕМЫ ГОРОДА

Необычайно сложный городской организм непредсказуемо развивается по своим законам и заставляет испытывать все большее беспокойство не только за будущее самих городов и их жителей, но и за судьбу неразрывно связанной с ними земной цивилизации.

Арманд А. Д. ГОРОДА НА ГРАНИ ТЫСЯЧЕЛЕТИЙ (3)

Жигалин А. Д. ТЕХНОГЕННЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ (15)

Ревич Б. А. ЗДОРОВЬЕ ГОРОДСКИХ ЖИТЕЛЕЙ (24)

30 Холодов В. Н., Пауль Р. К. НОВАЯ ГИПОТЕЗА ФОРМИРОВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДРЕВНИХ ФОСФОРИТОВ

32 Стопповский Ю. А. КРАСНАЯ КНИГА ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ

Сегодня в России и сопредельных с ней государствах на территории бывшего СССР на грани вымирания находятся десятки аборигенных пород лошадей, коров, овец, коз, свиней.

39 Воловик С. В. КРАСОТЕЛ ПАХУЧИЙ

42 Арутюнян И. Н. SSC: ТРЕВОГИ И НАДЕЖДЫ

ВЕСТИ ИЗ ЭКСПЕДИЦИЙ

45 Мурдмаа И. О., Иванов М. К. БУРОВОЕ СУДНО РАБОТАЕТ ПО ПРОГРАММЕ «АТОЛЛЫ И ГАЙОТЫ»

48 Соломина О. Н. КЛИМАТ СРЕДНЕЙ АЗИИ В ПОСЛЕДНИЕ ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

Колебания климата в горах и на равнинах Средней Азии в последние тысячелетия происходили синхронно, однако направленность этих изменений, в частности увлажненности, могла быть различной.

56 Никольский Н. К. «СОВЕТСКАЯ МАТЕМАТИКА»: РАСПАД ИЛИ ИНТЕГРАЦИЯ? (окончание)

Советское математическое сообщество распадается. Мировой рынок труда трещит под напором профессионалов из бывшего СССР. Является ли этот процесс однозначно негативным или это начало долгожданной космополитизации советской математики, дотоле искусственно изолированной в определенных географических пределах?

67 Андрианов И. В., Маневич Л. И. ТЕОРИЯ ОБОЛОЧЕК: ФЕНОМЕНОЛОГИЯ И ПЕРВЫЕ ПРИНЦИПЫ В ПРИКЛАДНОЙ НАУКЕ

Разобраться в сложных взаимодействиях внутренних и внешних стимулов развития прикладной науки может помочь асимптотический подход.

73 Дольник В. Р. ЭТОЛОГИЧЕСКИЕ ЭКСКУРСИИ ПО ЗАПРЕТНЫМ САДАМ ГУМАНИТАРИЕВ. ПРИРОДА ВЛАСТИ

Рождены ли разновидности власти в человеческом обществе только самим человеком? Вряд ли. В устройстве социальных иерархий есть и наследство, доставшееся нам от дочеловеческих предков.

87 Следнов А. Ю. НЕРВНЫЙ СИНДРОМ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ (30 лет после открытия)

О неврологических расстройствах, вызванных дыхательными газовыми смесями у водолазов после погружения, известно давно, но только теперь, когда установлены механизмы возникновения таких состояний, появилась надежда на то, что вскоре можно будет им помочь.

92 Гинзбург В. Л. УНИКАЛЬНЫЙ ФИЗИК И УЧИТЕЛЬ ФИЗИКОВ (о Льве Давидовиче Ландау — физике и человеку)

Значение и «место» Ландау в физике XX века определяется сочетанием трех факторов: научных достижениями, исключительной универсальностью — владением всей теоретической физикой, и, наконец, призванием учить.

101 ПАМЯТИ ЛЬВА ПАВЛОВИЧА ЗОНЕНШАЙНА

106 НОВОСТИ НАУКИ

119 КОРОТКО

120 РЕЦЕНЗИИ

НОВЫЕ КНИГИ (44)

123 ВСТРЕЧИ С ЗАБЫТЫМ Бронштэн В. А. ИЗ ИСТОРИИ АБАСТУМАНСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

CONTENTS

3 THE CITY PROBLEMS

An extremely complicated city organism is unpredictably developing according to its own laws. This induces the raising feeling of anxiety not only about the cities themselves and their inhabitants, but also about the civilization on the Earth, connected by indissoluble bonds with them.

Armand A. D. CITIES AT THE EDGE OF MILLENNIUMS (3)

Zhigallin A. D. AT THE INTERSECTIONS OF THE LINES OF FORCE (15)

Revich B. A. THE HEALTH OF CITIZENS (24)

30 Kholodov V. N., Paul R. K.
A NEW HYPOTHESIS OF PHOSPHORITE GENESIS

32 Stolpovsky J. A.
THE RED BOOK OF CATTLE

Today in Russia and the neighbouring states in the territory of the ex-USSR dozens of aboriginal breeds of horses, cows, sheep, goats, pigs, e. t. c. are on the verge of starvation.

39 Volovnik S. V.
CALASOMA SYCOPHANTA

42 Harootunian I. N.
SSC: HOPES AND WORRIES

45 NEWS FROM THE EXPEDITIONS
Murdmaa I. O., Ivanov M. K.
DRILLING VESSEL ACCOMPLISHES THE "ATOLLS AND GUYOTS" PROGRAM

48 Solomina O. N.
THE CLIMATE OF CENTRAL ASIA IN THE LAST TWO MILLENIUM

Climatic variations in the mountains and planes of Central Asia were synchronous during the last two millenium, but the trends of these variations, the wetting in particular, could be different.

56 Nikol'skii N. K.
"SOVIET MATHEMATICS": DESINTEGRATION OR INTEGRATION?

The Soviet mathematical community collapses. The world labour market is highly overstocked with professionals from the ex-USSR. Should this be definitely classified as a negative development? Or is it the long expected time when Soviet mathematics, formerly artificially isolated in strict geographical boarders, is becoming cosmopolitan?

67 Andrianov I. V., Manevich L. I.
THE THEORY OF SHELLS: PHENOMENOLOGY AND FIRST PRINCIPLES IN APPLIED SCIENCE

Asymptotic approach may be of help to make out the complex interactions of internal and external stimuli in the development of applied science.

73 Dol'nik V. R.
ETOLOGICAL EXCURSIONS IN THE FORBIDDEN GARDENS OF HUMANISTS

Are the various kinds of authority in human society born only by man himself? It is not likely. In the structure of social hierarchies the inheritance left to us by our ape ancestry is imprinted.

87 Sledkov A. U.
HIGH PRESSURE SYNDROME
[30 years after discovery]

Neurologic discordances caused by breathing gas mixtures used by divers are known for a long time already. But only now when the mechanism of such discordances is ascertained, we may hope that soon the divers will be offered suitable treatment.

92 Ginsburg V. L.
THE UNIQUE PHYSICIST AND THE TEACHER OF PHYSICISTS
(about Lev Davidovich Landau — the Physicist and man)

The importance and the place of Landau in the 20th century physics is determined by the combination of three factors: his scientific achievements, the unique universality in theoretical physics and his vocation for teaching.

104 IN MEMORY OF LEV PAVLOVICH ZONENSHINE

106 SCIENCE NEWS

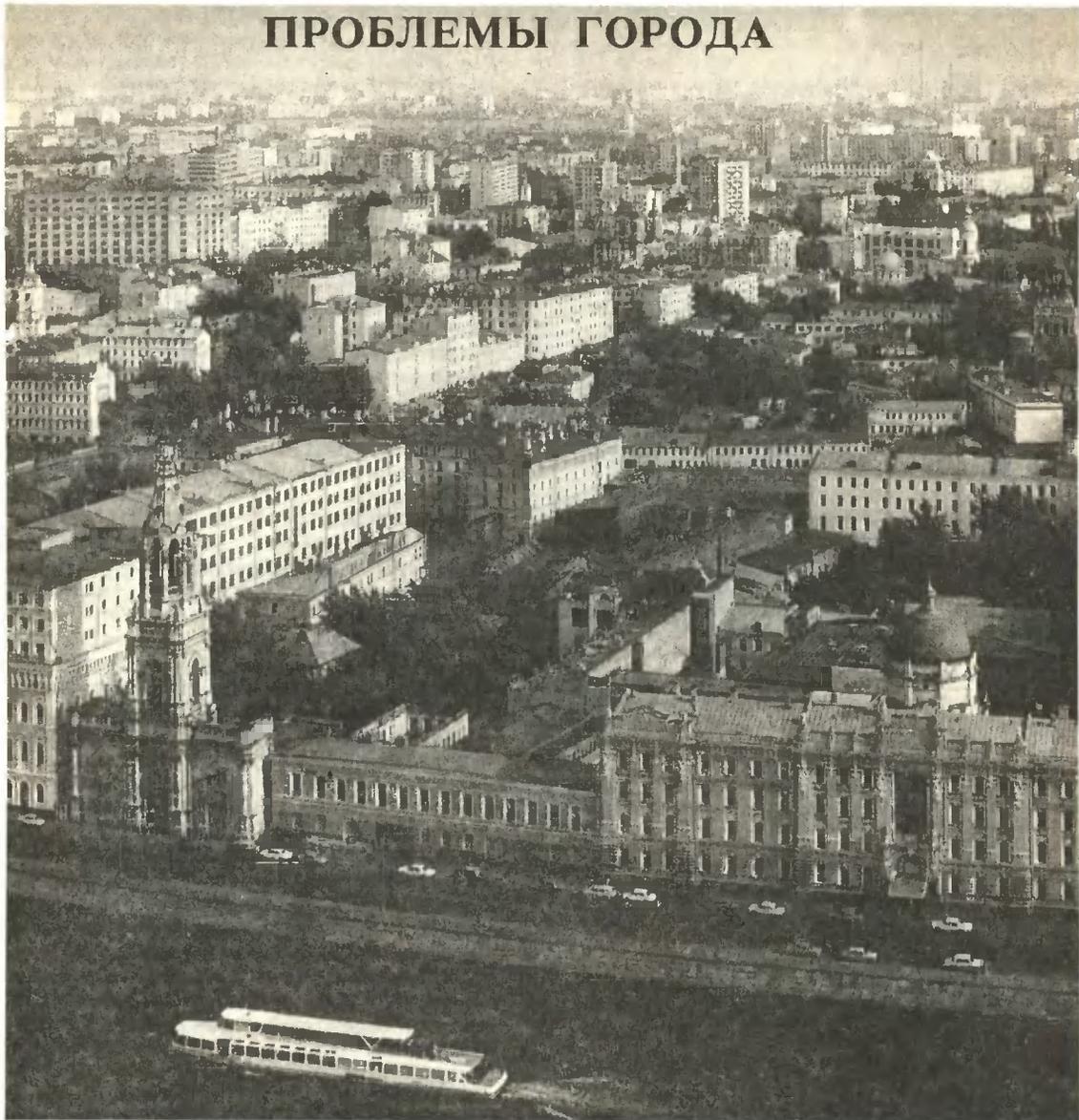
119 NEWS IN BRIEF

120 BOOK REVIEWS

NEW BOOKS (44)

123 MEETING THE FORGOTTEN PAST
Bronshfen V. A.
FROM THE HISTORY OF ABASTUMAN ASTROPHYSICAL OBSERVATORY

ПРОБЛЕМЫ ГОРОДА



Не менее 5 тыс. лет людям знакомо понятие «город», но только наше время сделало город символом человеческой цивилизации. На пороге XXI столетия под городские крыши переселилось больше половины населения Земли. Сотни тысяч научных статей, десятки тысяч монографий посвящены исследованию феномена городов, но все большее изумление вызывают эти создания человеческих рук. Города — антипод природных ландшафтов, материализованная человеческая мысль. Это одновременно нагромождение бессмыслиц, концентрат противоречий, которыми так богата современная жизнь. Это потрясающее соседство безумной роскоши и беспредельной нищеты, это генератор вдохновенных созданий человеческого духа и место рождения преступлений века. Необычайно сложный городской организм изучается историками, экономистами, географами, геологами, социологами, архитекторами, экологами, политиками, медиками — кем только не изучается, но никому еще не удалось охватить весь комплекс проблем в целом. Между тем этот организм непредсказуемо развивается по своим законам и заставляет испытывать все большее беспокойство за будущее городов и их жителей, равно как и за судьбу неразрывно связанной с городами нашей цивилизации.

Города на грани тысячелетий

А. Д. Арманд



Алексей Давидович Арманд, доктор географических наук, ведущий научный сотрудник Института географии РАН. Занимается проблемой катастроф в развитии географической сферы Земли.

Автор более 120 научных статей и книг по географии, экологии, геокибернетике, в том числе: *Модели и информация в физической географии* (М., 1975); *Самоорганизация и саморегулирование географических систем* (М., 1988).

НЕ ПРЕТЕНДУЯ на решение «проклятых» проблем урбанистики, мы попытаемся осветить в предлагаемой статье некоторые закономерности развития городов. Надеемся, некоторую помощь в этом может оказать использование понятий теории самоорганизации.

«КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ» ПРОСТРАНСТВА ПОСЕЛЕНИЙ

Все географические системы размещены на поверхности ландшафтной сферы и должны, следовательно, занимать некоторую площадь на ней. Одно и то же место не может вмещать два однотипных объекта: два озера, два дерева, два дома, две деревни, два города. Кроме того, большинству таких объектов требуется неко-

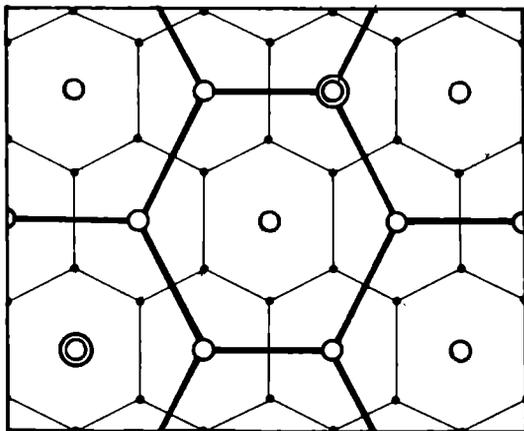
торое свободное пространство вокруг, обеспечивающее нормальное функционирование системы. Это может быть в одном случае водосборный бассейн, в другом — пространство размещения корней дерева, сельскохозяйственные угодья, рынки сбыта товаров и т. п. Отсюда с неизбежностью возникают горизонтальные взаимодействия между центрами, конкуренция за место, силы отталкивания, а иногда, наоборот, притяжения. Вдобавок к этому постоянно увеличивается плотность объектов, которые обладают в каком-то смысле способностью к размножению. К ним можно отнести не только растения и животных, но и человеческие поселения, и верховья рек, и степные западины. Все это создает тенденцию к размещению географических систем по принципу плотнейшей упаковки, к образованию структур, представляющих двумерный аналог пространственной решетки кристаллов. Процесс этот назван В. А. Шупером кристаллизацией, по имени немецкого географа А. Кристаллера, открывшего в 30-х годах нашего столетия закон размещения точечных объектов на поверхности Земли¹. Закон оформился в теорию центральных мест, которая до сих пор продолжает плодотворно развиваться.

Основная идея теории Кристаллера состоит в том, что при выполнении некоторых условий центры сбыта товаров — центральные места — стремятся располагаться в вершинах равносторонних треугольников, совместно образующих гексагональную сеть. Если торговая сеть построена по иерархическому принципу, то ей соответствует несколько — по числу уровней иерархии — сетей треугольников, закономерным образом вложенных один в другой. Система населенных пунктов, непосредственно связанная с центрами торговли и обслуживания, в большей или меньшей степени отражает эту закономерность. При размещении объектов в узлах решетки Кристаллера достигается полное ра-

венство сил отталкивания между ними, минимизация конкурентных отношений, состояние гомеостатического равновесия, наиболее полное использование территории. Все это — при выполнении условий идеальной модели, при одинаковости предлагаемых товаров и услуг, при равенстве спроса и предложения и при полной физической и экономической однородности равнинной территории. Поскольку эти условия полностью нигде не осуществляются, закон плотнейшей упаковки можно обнаружить лишь как статистическую закономерность.

Формирование структур, подчиненных кристаллеровской закономерности, проходит две стадии. Первая состоит в «дележе» свободной территории между пока еще подвижными элементами системы, какой бы природы они ни были. На свежем пожарище рассеиваются семена трав, поселяются деревья и кустарники. Миграция животных и птиц в новый район обитания заканчивается формированием кормовых участков с расположенными внутри них гнездами и норами. Хутора, деревни, города-крепости тоже когда-то имели начало: в какой-то момент энергичный основатель принял решение — быть здесь городу. Если растения при расселении семян отдают себя на волю случая, то животные и человек при «дележе» территории принимают во внимание сведения трех типов: обеспечит ли «кормовое» пространство всем необходимым для жизни; удобно ли место для устройства «центральной усадьбы»; где расположились «соседи». При этом достигается наиболее целесообразное на данный момент, наиболее компактное расположение участков в реальной географической среде, с гнездом, норой, деревней по возможности в центре участка. Расположение «усадьбы» в середине отвечает требованию минимальной суммы энергетических затрат на достижение всех частей кормовой территории, или принципу «платы за расстояние».

Вторая стадия наступает, когда подвижность систем утрачивается, они переходят к «сидячему» образу жизни. Содержание этой стадии — в адаптации к меняющимся внешним и внутренним условиям, к изменениям климата, транспортной сети, относительной конкурентоспособности участников взаимодействия и пр. Как считает Б. Б. Родоман, руководящим правилом становится «позиционный принцип»². Суть



Распределение центральных мест в узлах гексагональной кристаллеровской сети. Точки, одинарные и двойные кружки — пункты различного иерархического уровня.

его в том, что окружающая среда в зависимости от географического положения объекта может как подавлять, так и стимулировать его развитие. Так, перенаселенность территории подавляет рост числа деревьев, приостанавливает рост численности популяций животных. По завершении «подвижной» стадии между сосуществующими природными и социальными системами устанавливается равновесие. Нарушение его может дать неожиданное преимущество отдельным членам сообщества. Стадо коров на лугу меняет конкурентные отношения в фитоценозе, давая преимущество несъедобным и устойчивым к вытаптыванию видам растений. Стимулом к ускоренному развитию сельскохозяйственного предприятия может оказаться овладение более совершенной агротехникой, проведение улучшенной дороги, изменение цен на продукцию сельского хозяйства. Постановление о «перспективных» и «неперспективных» сельских поселениях, принятое в 60-х годах, для некоторых из них оказалось благотворным, на большинство же подействовало как ядовитый порошок на насекомых.

Последовательное действие пространственных закономерностей фазы расселения и фазы «прикрепленного» развития приводит к тому, что сеть населенных пунктов, как и биоценоз, становится своеобразной летописью происходивших на территории событий. Исторический анализ может обнаружить в системах расселения «память» о войнах, эпидемиях, недородях, сменах царей и технических нововведениях. Как правило, новая информация «записыв-

² Родоман Б. Б. // Вестн. МГУ. Сер. геогр. 1979. № 4. С. 14—20.

вается» в этой летописи с некоторым запозданием из-за присущей системе инерционности, старая же информация полностью не стирается.

Существует, однако, еще и внутренний стимул нарушения равновесия в пространственных сетях. Это то, что В. И. Вернадский назвал давлением жизни: избыточное размножение растений и животных, рост численности населения. В растительных сообществах это приводит к возникновению ярусного строения фитоценозов и к смещению фаз вегетации в течение теплого сезона. Плотнейшая упаковка на горизонтальной поверхности дополняется плотнейшей упаковкой в вертикальном направлении и плотнейшей упаковкой по оси времени. Можно ли обнаружить что-либо похожее на это поведение в третьем и четвертом измерениях для населенных пунктов?

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Многоэтажные города с подземными коммуникациями действительно несколько напоминают растительное сообщество, стремящееся как можно экономнее заполнить объем над и под дневной поверхностью земли. Но многоэтажные поля пшеницы или фруктовые сады, хотя и возможны, но пока существуют лишь в проектах футурологов и в форме дорогостоящих фитотронов с гидропоникой, искусственным освещением и климатом. До промышленного использования таких сооружений пока далеко, и мы не знаем способа расположить друг над другом две деревни. С более плотным размещением производства сельскохозяйственной продукции во времени тоже успехи пока небольшие. Издавна крестьяне, убрав урожай, выгоняли на жнивье коров. В субтропиках удается получить с одной и той же территории два и даже три урожая в год. Использование теплиц позволило продвинуть этот опыт на север, но высокая цена зимних огурцов и зеленого лука заставляет сомневаться в больших возможностях тепличного земледелия. Улучшение агротехники, применение химии — вот основной способ разрешения противоречия между ростом населения и ограниченностью земельных ресурсов. Но и здесь есть жесткий ограничитель — закон снижения эффективности сельского хозяйства. Он сводится к тому, что прирост урожайности на каждый вложенный рубль уменьшается по мере увеличения продуктивности полей и имеет предел примерно 100 ц зерновых культур с гектара. Что бы

мы ни делали, природа отказывается производить больше.

Очевидно, всего этого недостаточно для того, чтобы решить проблемы перенаселенных деревень. Выход — в образовании иерархической структуры населенных пунктов. Часть населения, занятого в сельском хозяйстве, находит для себя новую «экологическую нишу» в «экологическом пространстве», создающемся разнообразием видов общественно полезного труда и соответствующим ему разнообразием ресурсов и продукции. Если, следуя закономерности экономического развития, жители одной из деревень переходят от земледелия к занятиям ремеслом и торговлей, это выводит их из числа конкурирующих за землю единиц, они переходят в другую «нишу». Населенный пункт, оказавшийся в лучших географических условиях, развивается быстрее, автоматически перетягивая к себе из более слабых поселений людей, а с ними — капитал, материальные ценности, земли. Со временем неравенство в той или иной форме закрепляется юридически, возникает иерархия. Образование центров ремесла, торговли, а затем и промышленности создает отдушину, хотя и не безграничную, для оттока избыточного населения из сельского хозяйства.

Появление и рост городов, следовательно, представляется неизбежным этапом эволюции сети первоначально однотипных сельских поселений, результатом их саморазвития. Этот процесс подобен дарвиновскому видообразованию. Раньше в русских деревнях почти каждая семья занималась рукоделием: пряли льняную и шерстяную пряжу, ткали холсты, резали по дереву, плели сети и т. п. Но лишь в благоприятных условиях естественный (экономический) отбор превращал некоторых из этих умельцев (аналог биологических мутаций) в профессионалов-ремесленников (аналог выделения вида организмов). Географическая и социальная среда могла способствовать процветанию ремесленных зачатков будущих городов или подавлять их (позиционный принцип).

Ремесленно-торговые села и города могли возникать более или менее случайно, но для ослабления напряжения по всей площади они должны образовать однородную сеть, в идеале также соответствующую гексагональной кристаллографической структуре, только с ячейкой большего размера. Этот второй ярус иерархии поселений, так же как и первый, проходит стадии первоначального заполнения пространства и ста-

дию сомкнутого развития. В однородной системе второго уровня иерархии вновь усиливаются конкурентные отношения, возникает нестабильность, которая разрешается выделением части городов в следующий иерархический ярус. «Нишей» поселений каждого следующего уровня становятся все более громоздкие, капиталоемкие и трудоемкие отрасли производства, на которые у более мелких населенных пунктов не хватает средств. Очевидно, условием усложнения иерархии поселений служит эволюция производительных сил, совершенствование технологий.

Теоретически предел роста иерархической пирамиды населенных пунктов может быть достигнут после объединения в ее структуре всех поселений людей на всей обитаемой части суши. Достигнув пределов, поставленных политическими границами государств, иерархия городов поневоле задерживает свой рост. Но нарастание внутренних противоречий этим не снимается, «давление» иерархий стремится взломать государственные границы. Не этой ли тенденцией к образованию единой мировой пирамиды городов объясняется экономикополитическая интеграция стран в наше время, образование зон типа ЕЭС? На современном этапе урбанисты насчитывают до семи уровней городской иерархии, правда, ярусы пирамиды не всегда легко бывает отделить один от другого. Растительный мир наших широколиственных лесов может содержать пять ярусов по вертикали, столько же насчитывает развитая структура трофической «этажерки» в биоценозах. В отношении городской иерархии мы недалеко ушли от живой природы.

ГОРОДСКИЕ КВАРТАЛЫ

Вместе с ростом системы человеческих поселений развивается, усложняется и их внутренняя структура. При взгляде на город с самолета легко выделяются три-четыре типа организации кварталов.

Город, хотя и является созданием человеческих рук, никогда не освобождается полностью от воздействия окружающей естественной среды. В частности, рисунок городских улиц отражает, как правило, структуру речной сети, подчиняется линии берега моря или озера, неровностям рельефа.

Когда населенный пункт выполняет функцию транспортного узла, идеальная модель, отражающая полное подчинение города или деревни этой функции,— радиальная сеть улиц, переходящих за грани-

цами города в грунтовые, шоссейные и железные дороги. Улицы должны выполнять также роль каналов связи, по которым осуществляются внутренние коммуникации между домами и кварталами. Необходимость действия принципа платы за расстройство приводит к плотнейшей упаковке домов и усадеб. Совместное действие требования плотнейшей упаковки и наиболее удобной связи приводит к модели строго ортогонального расположения проспектов, улиц, переулков. Если прямоугольный рисунок совмещается с радиальным, возникает менее совершенная для выполнения внутренних функций радиально-концентрическая структура, а в случае наложения на изгибы рельефа и берегов — параллельно-перпендикулярная.

В отдельных случаях структура города подчиняется пронизывающей его крупной магистрали — шоссе или железной дороге. В таком случае тип рисунка улиц аналогичен рисунку, определяемому течением реки.

Все остальные более или менее слабо влияющие факторы создают отклонения направлений улиц от предыдущих идеальных моделей. Их условно можно объединить в класс «случайных» воздействий. Изредка в реальных городах встречается предельный вариант нерегулярного рисунка улиц, который отвечает названию «хаотический». Очевидно, здесь одновременно действует множество примерно равноценных факторов.

Теоретически возможна еще и модель треугольного и шестиугольного рисунка улиц, также согласующегося с принципом плотнейшей упаковки и стремлением к наиболее коротким расстояниям. Эта структура, однако, входит в противоречие с прямоугольной формой домов, с любовью горожан к быстрой езде и с приятной для глаза прямолинейной перспективой проспектов. Поэтому такая модель не реализуется.

Модели лишь в некотором приближении «просвечивают» на картах и аэрофотоснимках городов. Реальность всегда сложнее отвлеченной идеи. Но само существование таких моделей дает возможность найти степень влияния каждой из причин на строение городов и даже выразить их числовым коэффициентом. Для этого с помощью специальных палеток и транспортира измеряются отклонения направлений улиц от оптимальных для выполнения той или иной функции. Подсчитывается коэффициент, который показывает среднюю величину соответствия улиц города каждому типу конфигурации. Если обозначить полное

соответствие действительного рисунка идеальному единицей, а полное несоответствие — нулем, то полученные величины позволяют оценить все разнообразие показателей, отраженное на городских планах.

Такая работа была проделана для ряда городов бывшего СССР. Обнаружилось, что степень подчинения рельефу и гидросети меняется от 0 (для г. Электросталь Московской области) до 0,49 (для Владимира). Следует заметить, что Электросталь расположен на плоской равнине Мещерской низменности и через него не протекает ни одной значительной речки, тогда как Владимир раскинулся на высоком, изрезанном глубокими оврагами берегу реки Клязьмы. Значительно влияние рельефа на строение Смоленска (0,41), Звенигорода (0,37), Витебска (0,36), Алма-Аты (0,31). Контрастный рельеф характерен для берегов Днепра, Москвы-реки и Западной Двины в тех местах, где на них расположены первые три города. Алма-Ата оккупирует предгорный конус выноса Алмаатинки и вынуждена была «вписаться» в сеть ветвящихся проток этой речки.

Радиальная конфигурация улиц полностью отсутствует у Волгограда, Алма-Аты, Электростали, Звенигорода и ряда других городов, но достигает показателя 0,36 у Костромы и 0,21 у Харькова.

Наиглавнейшую роль, как оказалось, играет фактор внутренней связи в городе. Соответствие городской структуры прямоугольной модели достигает 0,75 для Волгограда, 0,72 для Ярославля, 0,71 для Электростали, 0,62 для Алма-Аты и всего 0,36 для Владимира.

Комплекс случайных воздействий нигде в известных нам примерах не опускается до 0, хотя для Электростали этот показатель равен всего 0,05. Зато для Баку, древнего города со сложной историей, с беспорядочной застройкой первыми нефтедобытчиками, нерегулярность в расположении улиц достигает 0,23, а для Харькова даже 0,39.

По мере развития городов относительная роль внешних и внутренних регуляторов их строения меняется. Чем больше набирает силу концентрация промышленности и населения, тем слабее сказывается на структуре городов фактор случайности и факторы природной среды, рельефа и реки. Прямоугольный тип планировки приобретает абсолютное господство. Это свидетельствует о том, что в сфере градостроительства, как и в некоторых других областях деятельности, человек, вооружив-

шись техникой, все меньше зависит от природных стихий. Очевидно, зависимость переводится на другой, глобальный уровень. Интересно, что функция связи между городами, выраженная в радиальном типе строения улиц, не уступает своих позиций по мере роста городского населения. Включенность города в сеть населенных пунктов, заложившаяся на ранних стадиях развития, оказывается одним из наиболее стойких факторов их существования.

ГОРОД — ДИССИПАТИВНАЯ СТРУКТУРА

Каждый идеальный образец, к которому стремится, не достигая его, структура отдельного города, как и структура сети городов, в духе новой науки синергетики может быть назван аттрактором. Синергетика имеет дело с процессами самоорганизации сложных систем, к которым относятся и человеческие поселения. Молодая дисциплина, развиваемая Г. Хакеном и И. Пригожиным, особенно пристальное внимание обращает на системы, получившие название диссипативных структур³. Эти образования в динамической фазе своего развития самопроизвольно ломают равновесие, неудержимо растут, удаляясь от начального состояния, и создают новый порядок на месте старого или на месте беспорядка, растрачивая (диссипируя) на разрушение и создание массу свободной энергии. Нерегулируемое развитие может закончиться самоуничтожением системы, но может привести и к стабилизации системы, к гомеостазу.

Города обнаруживают несомненные признаки диссипативных структур. Прежде всего это проявляется в их росте, не поддающемся разумному регулированию. Достаточно вспомнить, как Москва, расширяясь, систематически перешагивала рамки Кремля, стены Китай-города, Белого города, Земляного вала и, наконец, кольцевой автотороги. Многочисленные решения и постановления об ограничении роста города, о лимитировании прописки были сметены прочь. Генеральный план развития Москвы не успевал подстраиваться к стихии разрастания. Последние издания планов города демонстрируют очередную победу диссипативной структуры над попытками городского правительства остановить рост административной Москвы. «Окончательная» граница по большому кольцу оказа-

³ Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. М., 1986.



Важнейшие обратные связи, ответственные за развитие городов как диссипативных структур. Положительные обратные связи (цветные стрелки) действуют как ускорители роста, конкурентные (черные стрелки) — тормозят развитие одного из пары городов, создавая преимущества для другого, отрицательная обратная связь (цветная и черная стрелки) теоретически может служить причиной полной остановки роста города и даже его распада.

лась «пробита» отроутками в сторону недавних пригородов: Солнцева, Новотушина, Планерной, Новоархангельского, Косина, Бутова. Появились «островные» территории Москвы в Зеленограде, Рублеве, Перedelкине и других местах. Но реальность опережает и это раздвигание официальных рубежей. По всем железным дорогам Московского узла в пределах 40—60-минутной достижимости образовались «спальные» пригороды. Они фактически населены москвичами, вынужденными ежедневно совершать «маятниковые миграции» в город на работу и обратно домой.

Другой скрытой формой разрастания столицы все больше становятся города-спутники, стремительно выросшие из пригородных поселков: Красногорск, Химки, Калининград, Люберцы и др. За ближним рядом — второй эшелон, за ним — третий. Все это образует Московскую агломерацию. Она, в свою очередь, составляет середину сферы интенсивного экономического влияния Москвы, так называемый Столичный регион, который уже превзошел по размерам Московскую область.

Нельзя сказать, что Москва с ее 9 млн. жителей лидирует в сообществе мировых центров по темпам роста. Мехико, Сан-Паулу (в Бразилии), Токио, Нью-Йорк, Шанхай, Буэнос-Айрес, Калькутта оставили ее позади, но гонка продолжается. По

прогнозам ООН, к 2000 г. Земля будет иметь два мегаполиса с населением более 25 млн. человек, 5 — с населением более 15 млн. Население Москвы вырастет к этому времени до 10—15 млн.

Города ведут себя как органические клетки с полупроницаемыми перегородками, помещенные в дистиллированную воду: они разбухают, пока не лопается оболочка. Или, в других случаях, повышение внутреннего давления уравновешивает осмотический потенциал и процесс останавливается. Есть ли для городов такая точка равновесия? Да, и для некоторых городских центров в развитых странах Запада, возможно, фаза стабилизации уже наступила. Численность населения Лондона, Нью-Йорка, Брюсселя не только перестала расти в 70-х годах, но даже уменьшается.

Причиной роста диссипативных структур синергетика называет положительные обратные связи в системе, функционирующей при избытке свободной энергии. Наличие обратных связей означает, что два (или несколько) блоков системы усиливают друг друга, обеспечивая нелинейный рост своих параметров.

Если рассматривать города как диссипативные структуры, то недостатка в энергии они, как правило, не испытывают. Запросы их, конечно, непрерывно растут, но это само по себе стимулирует параллельное или даже опережающее развитие энергетики. Что касается обратных связей, то их можно насчитать в системе большое количество. Некоторые, наиболее важные из них, показаны на схеме.

Город привлекает людей многими своими свойствами. Для одних с городом связана возможность найти работу, наилучшим образом использовать свои профессиональные знания, для других это возможность получить благоустроенное жилье

или «красивую жизнь». Деловых людей манят перспективы увеличить свои капиталы в сфере торговли, обслуживания, путем создания новых производственных предприятий. Ученые ищут питательную среду и рынок сбыта для своих идей. Чем больше город, тем больше возможностей, тем быстрее растет население. Появляется необходимость еще быстрее развивать жилой фонд, транспорт, связь, сервис, и процесс нарастает подобно снежной лавине.

Среди обратных связей, показанных на схеме, две не относятся к типу положительных связей самоусиления. Это, во-первых, конкурентные отношения с городами равного ранга. Конкуренты тоже участвуют в соревновании, и в какой-то момент начинает сказываться ограниченность людских ресурсов, капиталов, природных ресурсов, рынков сбыта, городам становится тесно в общем географическом пространстве. Какая-нибудь историческая или географическая случайность дает преимущество одному из городов по сравнению с группой соседних. Рост более слабых центров притормаживается, а победитель выталкивается логикой системных отношений в более высокий ярус иерархии, как это описано выше.

Во-вторых, существует в структуре связей одна, но весьма значительная отрицательная обратная связь, приводящая к ухудшению экологической среды в городе. Это — главный, по-видимому, тормоз системы. Шумовое, пылевое, фотохимическое, бактериальное загрязнение городов, трудности с жильем, водоснабжением, транспортом и многие другие увеличиваются, как и население, в геометрической прогрессии. В какой-то момент силы отталкивания и притяжения могут сравняться и наступит стабилизация. Рассчитать, спрогнозировать момент начала стабилизации пока не удается. Он зависит от многих причин, обусловленных не только состоянием городской среды, но и состоянием экономики государства, уровнем национального дохода, развитостью сельского хозяйства, престижностью разных видов труда и т. п. Кроме того, правительства, городские власти, фирмы и просто горожане прилагают массу усилий, чтобы сделать жизнь в городах все-таки привлекательной или хотя бы сносной. При этом критическая точка сдвигается, в меру вложенных средств и усилий, к еще более высокой отметке (если измерять ее числом жителей). В итоге мы можем лишь констатировать, что предельная планка устанавливается для каждого города на своей высоте и в свой собственный срок.

ФОКУСЫ РОСТА

Если не все, то многие диссипативные структуры берут энергию и другие ресурсы для своего роста из ближайшего окружения. Для городов это означает, что их окрестности превращаются в периферические придатки, в сырьевые базы промышленных центров. Собственное развитие пригородных населенных пунктов подчиняется интересам города. Такие отношения иногда строятся как эксплуатация, как подавление городом своих соседей, но в норме это обычная специализация территорий, географическое разделение труда между центром и периферией. Оно может быть благоприятно для жителей того и другого. Известно, что поблизости от крупного городского центра даже коровы дают больше молока, а куры несут больше яиц. И все-таки город не только «заказывает музыку» в зоне своего влияния, но еще вытягивает в себя людей, добытое в природе сырье, деньги, полуфабрикаты, информацию. Во внегородскую среду отдается гораздо меньше, чем из нее получается. С ростом города притяжение усиливается. Процесс напоминает увеличение размеров звезды в результате вытягивания гравитационным полем космической материи. Крупные звезды понемногу превращаются в «черные дыры». Нетрудно представить себе всю нашу небольшую Землю как сплошную периферию нескольких мировых мегаполисов.

Большие города навязывают своим спутникам однобокое развитие. Часто это какое-нибудь ресурсоемкое или не вполне «чистое» в экологическом смысле производство: кирпичное, стекольное, нефтеперерабатывающее, химическое. Располагающиеся в пределах агломерации заводы во многих случаях связаны с предприятиями центра в единую технологическую цепочку. Сельское хозяйство вокруг городов перестраивается. Ближайшая периферия окультуривается огородно-тепличным хозяйством, поставляющим в город свежую зелень, ягоды и т. п. Молочное животноводство тоже жметя поближе к границам города. Овощное хозяйство может расположиться подальше, свиноводство, производство зерна, лесное хозяйство — еще дальше. Так же кольцеобразно распределяются территории отдыха горожан: места отдыха выходного дня, дачные участки, садово-огородные участки, пионерские лагеря и дома отдыха, турбазы.

Эти отношения между городом и периферией можно охарактеризовать как отношения управления, где каналами управ-

ления служат деловые, экономические отношения. Они естественным образом дополняются управлением с помощью административных средств. Но на этом влияние города не кончается. Города — законодатели мод, новаторы в области культуры духовной и культуры материальной. Пока еще ни один город не стал в полном смысле черной дырой, и от каждого из них исходит излучение. Через средства массовой информации, через прямой опыт во время поездок в город и из города передаются общественные вкусы на покрой одежды, прически, предметы быта, передаются анекдоты и сплетни, идеологические установки и предрассудки, мода на музыкальные произведения, танцы и все прочее, что составляет так называемую массовую культуру. Нельзя сказать, что внедрение новых образцов происходит без конфликтов. Традиционная, периферийная, «деревенская» культура отчаянно пытается сохранить себя, но постепенно сдает позиции. Если в России еще можно различить два пласта культуры — городской и традиционный, то в небольших странах, вроде Нидерландов, фольклористам уже делать нечего. Города — лидеры, новаторы или, как их еще называют, фокусы роста, определяющие в наши дни развитие всего общества. Это касается также сферы образования, обслуживания, философии, науки, введения новых технологий, образцов политического устройства и гуманистических идей.

Но это далеко не все, чем снабжают фокусы роста территории, находящиеся под их влиянием. Не только культура, но и бескультурье диффундирует во все стороны от крупных городов. Они служат рассадниками всевозможной преступности, наркомании, жестокости, политических, военных и экономических кризисов, антигуманных идеологий. Города — центры распространения эпидемий, панических слухов, порнографии и революций. Города — главный враг живой природы.

Внутри фокусов роста быстрее всего нарастают противоречия, которые затем экспортируются во все негородские регионы. Прежде всего в городах бросается в глаза противоречие между богатством, невообразимой роскошью одних и столь же невообразимой нищетой других горожан. По-видимому, стремление к социальной справедливости не относится к фундаментальным свойствам диссипативных структур общественного ряда. Драконовские законы до сих пор избавляли Россию от «консервных городов», давно ставших неистре-

бимым проклятием «свободного мира». Но сейчас мы тоже выбрали свободу. С таким же энтузиазмом выращиваем на родной почве противоречие между изнуряющим и отупляющим трудом и столь же изнуряющим бездельем тех, кто от труда отстранен. Расцветают в наших городах противоречия борьбы за власть, деньги, удовольствия, за свободу от моральных норм. Все очевиднее становится несовместимость городской жизни, начисто отрывающей человека от природной среды, с его биологической конституцией, наследственными возможностями организма. Одно из проявлений этого — противоестественное ускорение темпа городской жизни, непереносимое для психики среднестатистического горожанина. Отсюда — стрессы, привычное состояние «на взводе», отсюда вспышки нетерпимости, политической агрессии. Обстановка крупных городов прекрасно стимулирует деловую активность, но ничуть не способствует развитию философского отношения к жизни и к трудностям, на чем от века покоится устойчивость общества. Город принижает, материализует сознание, духовные ценности кажутся не обязательными в бурлящих автоклавах.

Но и материальные ценности, в изобилии создаваемые городами, оборачиваются для их обитателей, не только благом, но и несчастьем. Число убитых и покаленных в транспортных происшествиях растет в соответствии с количеством автомобилей у горожан. Все большая концентрация энергии на заводах, на городских улицах, в квартирах неуклонно повышает риск катастроф, производственных и бытовых травм. Городское хозяйство все сильнее зависит от бесперебойного снабжения электричеством, горючим, водой, продуктами питания. Отключение электросети в Нью-Йорке на несколько часов вызвало ощущение иационального бедствия. На наших глазах происходит самоотрицание системы, достигшей порогового уровня сложности, что почти полвека назад предсказывал Н. Винер. Даже главное преимущество городов — возможность минимизировать плату за расстояние при внутригородских перевозках — в перенасыщенных транспортом промышленных центрах оказывается сомнительным.

Можно с уверенностью утверждать, что ненавидимое марксистами противоречие между городским и сельским образом (уровнем) жизни не только никогда не исчезнет, но будет увеличиваться по крайней мере до тех пор, пока не начнется распад городов

как фокусов роста. Выравнивание параметров несовместимо с принципом роста диссипативных структур. Этот же принцип увечивает разрыв между развитыми и развивающимися государствами.

КУДА ВЕДУТ ГОРОДА?

В городах делается история нашего времени со всеми ее взлетами и падениями. В городах готовятся военные и экономические кризисы. Корни современного экологического кризиса мы тоже находим в развитии выросшей в городах индустрии. В той степени, в какой можно говорить о втягивании человечества в общий кризис цивилизации,— это прежде всего следствие распространения по Земле городского стандарта культуры. С другой стороны, эта самая культура — главный фактор снижения рождаемости, так что города вносят посильный вклад в смягчение проблемы демографического взрыва. Хотя главной причиной взрыва принято считать успехи медицинской науки и фармакологии, которые тоже расцветают на почве урбанизированных центров.

Какое продолжение может иметь новейшая история человеческого общества? Этот вопрос особенно остро встал в наше время потому, что земная цивилизация, судя по всему, болезненно переживает переходную фазу своего развития, называемую в синергетике точкой бифуркации. В таких точках системы максимально удаляются от состояния равновесия, выбор траектории будущего развития оказывается неопределенным и может зависеть от незначительных случайных флуктуаций. Для нашей страны такой точкой был 1917 год, а сейчас, похоже, мы приближаемся к подобному состоянию на еще более высоком, общемировом уровне. Подтверждением этого служит прежде всего теоретическая и практическая невозможность сколько-нибудь длительного роста промышленного производства, энергетики, численности населения по экспоненциальному закону, которому мы сейчас следуем, в геометрической прогрессии. Предвидимых продолжений этой гонки может быть несколько, но грубо их можно разделить на две группы: относительно благоприятные для человечества и катастрофические.

О катастрофических последствиях кризиса известно достаточно много. Они могут вылиться в новую мировую войну, оканчивающуюся «ядерной зимой»: Нет уверенности, что после катаклизма такого масштаба Земля останется обитаемой живыми су-

ществами. Вероятность подобного исхода наши политики сумели значительно снизить, но пока не до нуля. Экологический кризис может проходить в более растянутые сроки, но последние предсказываются некоторыми исследователями достаточно тяжелые. Например, возможно снижение численности населения в результате генетического вырождения, голода, локальных войн и эпидемий на порядок. Соответственно, будет отброшена назад материальная и духовная культура человечества.

Из благоприятных сценариев развития человеческого общества футурологи считают достаточно реальным так называемое постиндустриальное развитие, когда предпочтение отдается легкой промышленности вместо тяжелой, информатике и сфере обслуживания, ресурсосберегающим и более «чистым» в экологическом отношении технологиям. Черты постиндустриального развития уже обнаруживаются в современном состоянии развитых стран.

Все это, впрочем, не затронет дальнейшего превращения национальных отделов экономики в единую глобальную систему, опирающуюся на каркас мировой сети городов. Земля будет продолжать двигаться к структуре архипелага городов, совмещенного с архипелагом пятен зелени между городами. Предполагается лишь относительное сокращение тяжелой индустрии. В абсолютном выражении она будет продолжать расти.

Если постиндустриальное развитие распространится в большинстве государств мира, это, несомненно, может во многом смягчить экологические проблемы. Особенно, если одновременно удастся затормозить неуправляемый пока рост числа жителей Земли. Но очевидно также, что закон экспоненты не будет отменен, а следовательно, речь может идти лишь об отсрочке, не о кардинальном разрешении большинства противоречий, «бросающих вызов» обществу.

Существует мнение, что форсированное развитие науки, техники и технологии — единственный реальный путь выхода из кризисной ситуации. При этом развиваются две долгосрочные программы решения проблем. Первая состоит в подготовке человечества к новому «исходу», к бегству с Земли, ставшей непригодной для жизни людей, на другие космические тела, возможно, созданные специально для этой цели, подобно сфере Дайсона. Этот прием с успехом применялся этническими группировками людей, пока на Земле существо-

вали свободные, а чаще просто заселенные более слабыми народами территории, еще пригодные для заселения пришельцами. Сейчас круг замкнулся. Карта планеты, как праздничный пирог, разрезана на порции, и претензии на чужой кусок строго пресекаются. Пока, однако, уровень техники не дает оснований для делового обсуждения этого варианта выхода из недалекого кризиса.

Другой вариант технического решения проблемы нашего будущего состоит в том, чтобы все функции самоочистки среды, возобновления природных ресурсов, которые до сих пор бесплатно выполняла природа, техника взяла на себя. Мощные очистные сооружения должны восстанавливать запасы чистой воды и воздуха, регенерировать кислород из воды и двуокиси углерода, регенерировать химическим путем продукты питания. Опыт космических путешествий вдохнул в проекты этого типа новые силы. Полностью технизованная бывшая биосфера создаст комфортные условия существования людей в новой «урбосфере», общеземном городе. Контакт с природой будет обеспечен каждому землянину в его собственной квартире с помощью усовершенствованной телевизионной и другой техники, а также через решетку зоопарков, заповедников и в музеях. Поддержание жизни в таком панмегаполисе потребует колоссального увеличения энергетических затрат. В свою очередь, этот энергетический рывок, очевидно, ускорит процесс превращения природной среды в экспонат, выставленный в музеях. Похоже, что придется также применить гениую инженерию для выведения вместо *Noto sapiens* нового вида человека, адаптированного к столь необычной для людей среде.

Все изложенные проекты, как более реальные, так и более фантастичные, исходят из парадигмы фатальной неизбежности технического прогресса. Человечество, волей судьбы оказавшееся соучастником роста диссипативной структуры, называемой «индустрия», теперь вынуждено искать способы приспособиться к этому процессу, чтобы от него не погибнуть. Но позволительно поставить вопрос: так ли неуправляема диктатура производства вещей?

Выше было сказано, что динамическая фаза развития диссипативных структур сменяется гомеостатической, если только структура сама себя не взрывает. Как и отдельные города, индустриальная цивилизация уже ощущает тормозящее действие отрицательных обратных связей. Самый

главный тормоз — ухудшение среды обитания человека. Но такое саморегулирование нам совсем не подходит. Задача стоит обратная: сохранить и среду, и человеческую культуру в ней. Для этого надо остановить развитие общества в сторону индустриализации немного раньше, чем это делает автомат саморегулирования. Сделать это можно, по-видимому, только одним способом — разорвав на каком-то участке цепочку положительной обратной связи, управляющей ростом промышленного производства. Система настолько прочно опирается на заинтересованность людей в потреблении разного рода товаров, что любой разрыв — в добыче полезных ископаемых, энергии, в переработке сырья, на транспорте, в торговле — немедленно залечивается. Индустриальное производство неспособно противостоять лишь разрыву в области сбыта, потере спроса на свою продукцию. Другими словами, если отказаться от избытка вещей, необязательных жизненных удобств и ограничиться разумным минимумом, то проблема загрязнения среды и исчерпания ресурсов окажется близкой к разрешению.

Добровольно ограничить себя в потребностях — сделать это можно только добровольно — кажется в настоящий момент не меньшей фантастикой, чем эвакуация на Венеру. Но система человеческих ценностей — категория гибкая. История знала периоды, когда вовсе не полный кошелек или престижная автомашина считались высшим достижением, а, скажем, служение общественному благу или верность религии. Не из чего не следует, что через сто лет фанатичное поклонение материальным ценностям не будет вытеснено таким же почитанием ценностей духовной культуры: образованности, этики, искусства, науки, физического и нравственного совершенства. Писателям-фантастам можно предложить разработать тему о том, во что превратятся города, лишённые функции индустриальных центров, ставшие лишь центрами культуры. Практикам же следует подумать о том, как ускорить этот процесс, раз с ним связана задача выживания нашей цивилизации.

Техногенные физические поля

А. Д. Жигалин



Александр Дмитриевич Жигалин, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Инженерно-геологического и геоэкологического научного центра РАН. Основные научные интересы связаны с инженерно-гидрогеологическими и экологическими аспектами геофизики.

РАСПОЛАГАЯ высоким промышленным и энергетическим потенциалом, город «возмущает» природную среду, изменяет все ее компоненты — от атмосферы до почвы и горных пород. Влияние города на субстрат распространяется до глубины 50—300 м. Все более интенсивное использование городских территорий ведет к устойчивому их загрязнению, которое по темпам опережает развитие средств прогнозирования и защиты.

Город можно представить в виде гигантской машины, перерабатывающей громадные количества вещества и энергии. Лишь 10 % сырьевых ресурсов превращается в полезный продукт, а остальные 90 % составляют отходы производства, формирующие так называемое техногенное загрязнение.

Цвета совсем лишены и без всякого носятся акуса.

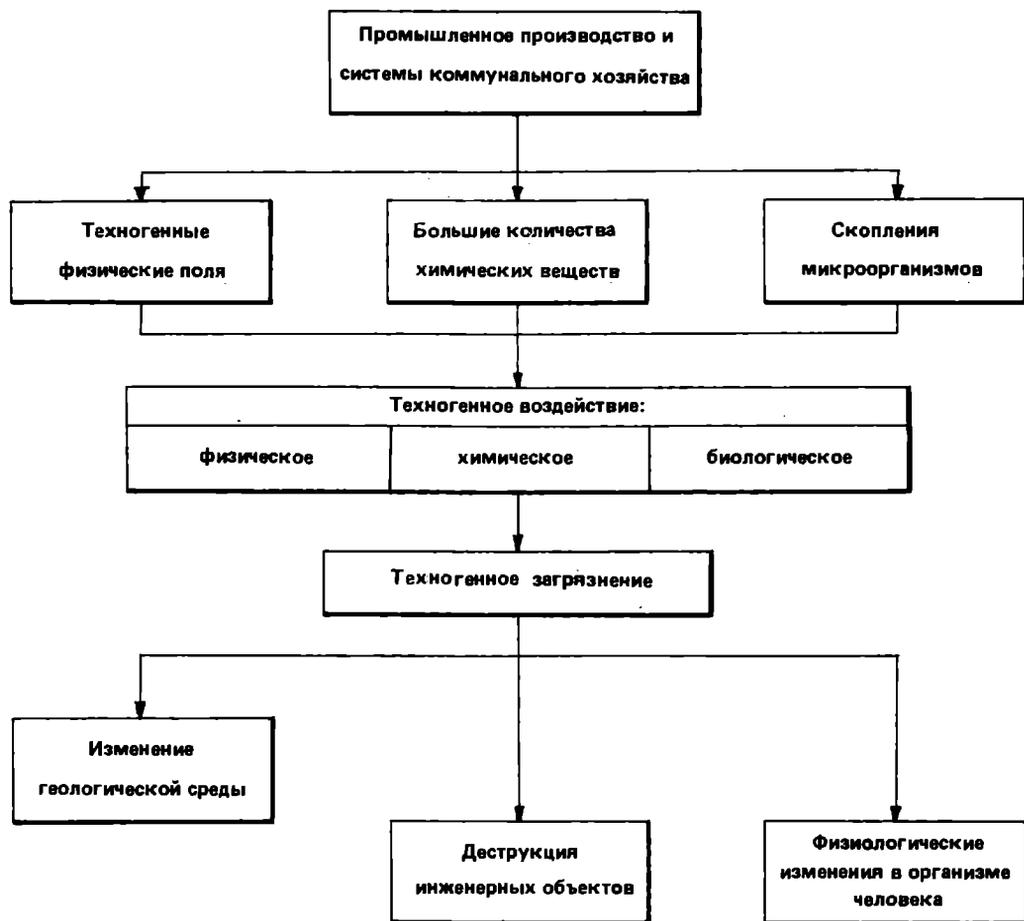
И не исходит от них и особого запаха также.
Тит Лукреций Кар. О природе вещей

В современном городе промышленные предприятия занимают около 20 % всей площади, а на долю жилых кварталов приходится до 45 %. Однако за счет высокой концентрации источников техногенное воздействие на среду в пределах промышленных зон оказывается вчетверо большим, чем на территории жилой застройки.

Из всей триады — химическое, биологическое и физическое загрязнения — наименее изучено последнее. Когда в 1935 г. академик А. Е. Ферсман ввел термин «техногенез», он имел в виду химический аспект промышленной деятельности человека. С той поры понятие «техногенез» существенно расширилось и включило в себя воздействие человека на природу во всем его многообразии.

Техногенное воздействие способно коренным образом трансформировать качество среды как за счет вещественных, так и за счет энергетических ее изменений. Дело в том, что промышленное производство и функционирование систем коммунального хозяйства приводят к возникновению интенсивных физических полей, накоплению больших количеств химических веществ, концентрации микроорганизмов. Техногенное загрязнение городской среды может оказаться причиной катастрофических геологических процессов и деструкции инженерных сооружений, способствовать появлению психофизиологических аномалий, характерных для жителей больших городов.

Из-за отсутствия заметных (на уровне чувствительности рецепторной системы человека) внешних признаков физические поля ускользали от внимания геоэкологов, исподволь накапливая свой разрушительный потенциал. И вот в начале 80-х годов обнаружилось, что физическое «загрязнение» среды, т. е. неблагоприятное для здоровья человека изменение ее физического



Возникновение техногенного загрязнения городов и его возможные следствия.

состояния под действием ряда технологических факторов, достигло значительного уровня. Наиболее опасными оказались такие виды физического воздействия, как вибрация, электромагнитные, радиоактивные и другие излучения, шум. При этом из поля зрения, к сожалению, выпал геологический эффект техногенного физического воздействия. Попытаемся устранить этот пробел, не оставляя, однако, в стороне и экологический аспект темы.

ТЕХНОГЕННЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ

Техногенное физическое воздействие представляет собой передачу энергии от объектов-источников через некую промежу-

точную среду к объекту воздействия. Суммарный потенциал техногенных физических полей по величине обычно превосходит потенциал полей естественного происхождения, к которым природная среда и человек за длительное время сосуществования к тому же успели адаптироваться. Будучи не в состоянии полностью ассимилировать поступающую энергию, среда частично «расходуется» ее на подготовку и поддержание геологических и биологических процессов, на изменение геоэкологической обстановки.

Техногенные физические поля, как правило, являются «отходами» промышленного производства, побочным продуктом технологий. Рассмотрим характеристики техногенных физических полей, создаваемых источниками, которые можно встретить как на территории крупных промышленно-городских агломераций, так и в небольших городах (табл. 1—6).

Механизм техногенного физического загрязнения раскрывается в трех видах взаимодействия, отвечающих различным этапам прохождения сигнала на пути от источника до объекта воздействия.

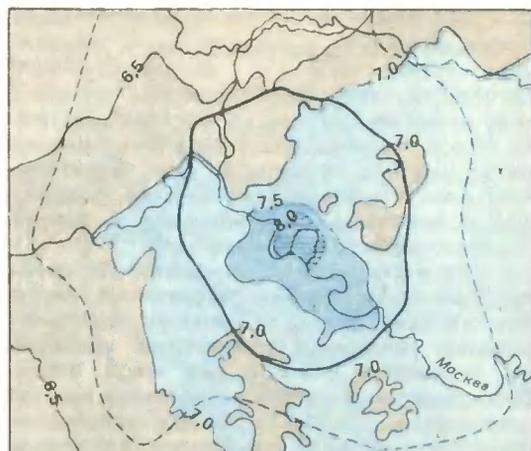
Первый вид представляет собой взаимодействие объектов-источников со средой. Второй вид охватывает взаимодействие отдельных компонентов среды между собой, перераспределение и аккумуляцию поступающей энергии. При этом среда изменяется, формируется потенциал воздействия на объекты-реципиенты. Третий этап состоит во взаимодействии среды с объектами-реципиентами. На этом этапе накопленные в среде количественные изменения реализуются на новом качественном уровне.

Объектом воздействия может быть и косная, и живая природа. Если воздействию подвергаются природные объекты и инженерные сооружения, то в первую очередь проявляется «геологическая» сторона техногенного физического воздействия. «Экологический» же отклик на воздействие как бы откладывается. Он откладывается до того момента, когда нарушение равновесного состояния природно-технической системы, нарушение функционирования или разрушения отдельных объектов достигнут угрожающей степени. В том случае, когда количественные энергетические изменения в среде наследуются процессами, представляющими угрозу жизнедеятельности людей, проявляется «экологический» эффект воздействия. Таким образом, жители городов являются и инициаторами, и главными действующими лицами процесса формирования техногенных физических полей, и одновременно — объектом их воздействия.

ТЕПЛОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Серьезную геоэкологическую проблему для городских территорий представляет тепловое воздействие. Согласно прогнозам, уровень ежегодного прироста тепловой энергии в больших городах к 2000 г. может достичь 10 млрд. Дж/м². Закрытость городской территории и концентрация большого числа источников тепловой энергии в верхних частях субстрата создают предпосылки для формирования «тепловых куполов», частично или полностью охватывающих своими контурами крупные города во многих районах земного шара.

В пределах городской территории на средних глубинах (10—30 м) наблюдается тенденция к формированию обширных геотермических аномалий с превышением тем-



Шкала температур
6,5 7,0 7,5 8,0 °С



Геотемпературная аномалия, прослеживаемая в Москве и ее окрестностях в виде концентрических зон на глубинах 1,6—3,2 м (по Н. М. Фролову и В. Н. Шкатулкину, 1983).

 Московская кольцевая автодорога

 Граница лесопарковой зоны

пературы над фоновой на 2—6 °С, что обусловлено работой скважин технического водоснабжения, кондиционеров большой мощности, наличием обогреваемых подземных сооружений и т. п. Температурные аномалии, как показывают натурные наблюдения, могут выходить за административные границы города.

В регионах с сезонно промерзающими грунтами прогрев песчано-глинистых пород до температуры от 16—20 до 150—160 °С обычно не вызывает их структурных изменений. Хотя при нагревании дисперсных горных пород повышается их фильтрующая способность, уменьшаются вязкость, пластичность и влагоемкость. Вместе с тем даже при умеренном нагревании увеличивается агрессивность пород по отношению к бетону, железобетону и металлу элементов конструкций, возрастает опасность химической и биохимической грунтовой коррозии.

А что происходит в регионах, где распространены многолетнемерзлые породы с температурой от —0,6 до —4,2 °С? Даже небольшие флуктуации температуры

(2—3 °С) в верхних частях грунтовой толщи могут приводить к существенным изменениям прочностных и деформационных свойств грунтов. Необратимость процесса «растепления» грунтов городского субстрата обеспечивается преобладанием притока тепла над его оттоком, в чем значительную роль играют подогреваемые подземные сооружения, коммуникации и другие неизбежные «спутники» города.

Искусственное промораживание грунтов при строительстве в сложных гидрогеологических условиях приводит к формированию временных криолитозон шириной до нескольких метров. По мере оттаивания грунтовый массив качественно восстанавливается. Однако в период удержания грунта в состоянии заморозки возможны нарушения сложившегося режима водонасыщения, массо- и теплообмена. Не исключены также негативные реакции на холод со стороны растительного мира и мира микроорганизмов.

Тепловое воздействие и воздействие холодом на залегающую в основании города грунтовую толщу способствует проявлению таких геологических процессов, как термопросадки и термокарст, солифлюкция и деградация многолетней мерзлоты, образование наледей и морозное пучение. Техногенное тепловое воздействие в данном случае есть не что иное, как экзогенный геологический фактор.

Экологическая «сущность» теплового воздействия отражается прежде всего на особенностях взаимодействия прогретого (или промороженного) грунта с растениями и микроорганизмами, для которых грунтовая толща является средой обитания. Так,

при повышении температуры до 40—50 °С некоторые сульфатредуцирующие бактерии, выделяющие серную кислоту, начинают усиленно размножаться. В итоге в местах обитания колоний этих микроорганизмов увеличивается коррозионная агрессивность грунтов.

Реальные техногенные вариации температурных полей непосредственного влияния на человеческий организм не оказывают, и в этом смысле их роль как экологического фактора относительно невелика. Однако негативные проявления геологических процессов, вызываемых техногенными изменениями температурного режима, могут ухудшать условия жизни и работы людей, а в отдельных случаях даже делать их опасными. И с этих позиций можно говорить об экологическом эффекте техногенного теплового воздействия на городскую среду.

ВИБРАЦИЯ

Динамическое воздействие реализуется через вынужденные механические колебания, создаваемые в грунте различными источниками, наиболее значимыми из которых в городах являются транспортные средства, промышленные агрегаты, а также строительные машины и механизмы. Колебания передаются через грунтовую толщу и воспринимаются различными объектами. Таким образом, замыкается цепочка передачи сигнала от источника к объекту воздействия.

Основная часть колебательной энергии переносится поверхностными волнами, распространяющимися в пределах самой верхней части грунтовой толщи (до 10—15 м). Поэтому как сами грунтовые массивы, так и все коммуникации, фундаменты зданий, большинство подземных сооружений оказываются подверженными вибрации.

Воздействие вибрации на грунтовые массивы может приводить к изменению рельефа поверхности, ухудшению механической устойчивости пород, служащих основанием фундаментов или вмещающей средой зданий и инженерных сооружений. Динамические нагрузки, добавляясь к действующим статическим, способствуют уплотнению грунтов, сдвиговым деформациям, разрушению структурных связей. При вибрационном воздействии может уменьшиться сопротивление массива действию внешних нагрузок, снизиться прочностные характеристики пород, активизироваться экзогенные геологические процессы. При длительном

Таблица 1.

Источник теплового воздействия	Температура источника, °С
Подземные газоходы промышленных предприятий металлургического производства	160—140
Теплотрассы	150—50
Сборные коллекторы, коммуникационные туннели	45—35
Туннели метрополитена, подземные сооружения	25—18
Грунт, промороженный при строительстве	от —10 до —26
Сжиженный газ в подземных хранилищах	—160
Естественная температура горных пород	от —2 до —10

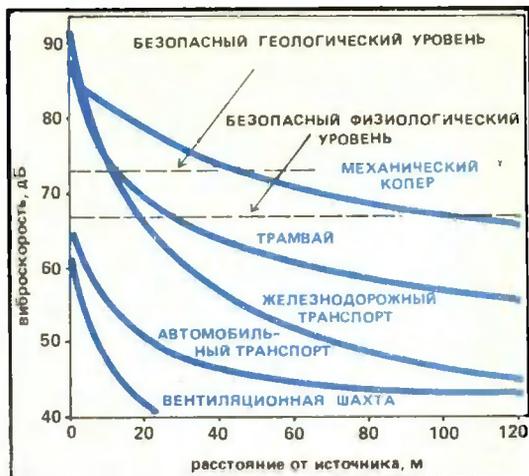
Таблица 2

Источники динамического воздействия (вибрации)	Виброскорость, мм/с
Рельсовый транспорт	160—0,3
Промышленные установки	5—0,05
Строительная техника	1,6—0,002
Автомобильный транспорт	0,07—0,005
Дневной фон в городе	0,02—0,006
Ночной фон в городе	0,01—0,003
Уровень микросейсм (в несейсмичных районах)	$\leq 0,5$
Безопасный «геологический» уровень	0,225
Безопасный физиологический уровень	0,12

воздействии возникает явление «усталости» грунтов, материалов конструкций. По этой причине даже относительно слабые вибрации могут приводить к серьезным негативным последствиям.

В большинстве случаев причиной происходящих в грунтовой толще деформаций оказывается изменение напряженного состояния грунтов. Между скоростью перемещения частиц грунта и напряжением существует прямая зависимость. Так, при увеличении скорости с 20 до 160 мм/с (такие скорости наблюдаются при сильных землетрясениях) напряжение в грунтах возрастает приблизительно в пять раз. При обычном вибрационном воздействии такие скорости маловероятны. Однако при вибрациях со скоростью перемещения частиц грунта 0,4—1,2 мм/с происходят осадки фундаментов зданий, возникают легкие повреждения в старых зданиях, а при скорости 5—8 мм/с возможны повреждения зданий с деревянными и бетонными перекрытиями. Следовательно, нужно очень внимательно относиться к тому, что рельсовый и автомобильный транспорт, промышленные агрегаты и строительная техника в принципе способны генерировать разрушительные виброколебания.

Но где доказательства, что вибрационные поля в городах имеют техногенную природу? Измерения показали, что интенсивность вибрационного фона подчиняется суточному ритму жизни города. Так, при круглосуточных наблюдениях удалось обнаружить два максимума величины фонового уровня вибрации, приуроченные к 9—10 и к 17—19 час. На графике, иллюстрирующем закономерности затухания поля вибрации при увеличении расстояния до источника, четко различаются безопасный «геологический» уровень вибрационного поля,



зависимость уровня вибрации от расстояния до источника. При увеличении расстояния вибрация снижается, становясь меньше безопасных геологического (73 дБ, или 0,225 мм/с) и физиологического (67 дБ, или 0,12 мм/с) уровней.

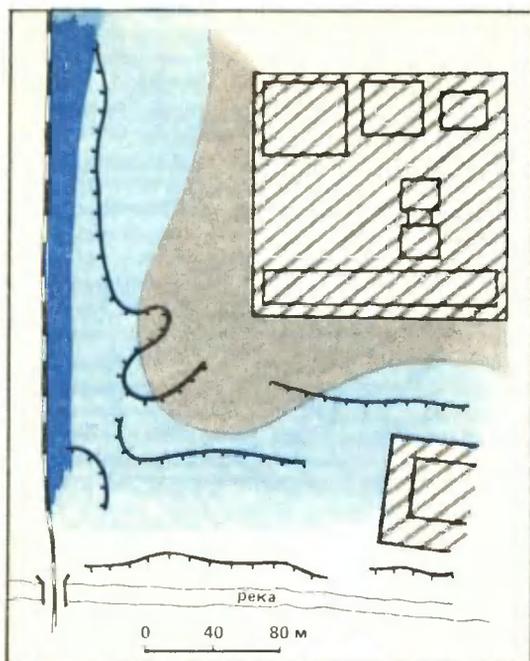
определяющий устойчивость грунтового массива в обычных условиях, и безопасный физиологический уровень вибрационного поля (0,225 и 0,120 мм/с соответственно).

ВОЗДЕЙСТВИЕ ШУМА

Шум относится к категории «чисто экологических» факторов хотя бы уже потому, что при социологических опросах в городах он чаще всего (примерно в 80 % ответов) фигурирует в качестве раздражителя. Шум вблизи основных городских транспортных магистралей стойко держится 15—18 ч в сутки, затухая лишь на короткий срок в ночное время с 2 до 4 час. Шум, источниками которого являются промышленные предприятия, транспортные средства и т. п., может иметь серьезные физиологические последствия, поскольку он оказывает влияние на нервную систему и органы слуха.

Основной и повсеместный источник шума в городе — наземный транспорт. Для больших городов характерно усиление шума вдоль городских магистралей. Это связано с эффектом канализирования, создаваемым обрамляющей широкие улицы многоэтажной застройкой. К тому же город за счет многократно повторяющегося эхо значительно усиливает внешние по отношению к нему шумы, например шум поездов, пролетающих самолетов и т. п.

Известно, что уровень шума от отдельных источников на один-два порядка пре-



Вибрационное поле, создаваемое проходящей через город железной дорогой. В такое поле, возникающее при движении поезда, могут попадать здания и другие сооружения.



Таблица 3

Источники шумового воздействия	Уровень шума, дБ(А)
Промышленные предприятия	110—80
Железная дорога	101—85
Трансформаторные подстанции глубокого ввода	95—85
Автомобильный транспорт	87—81
Поезда метрополитена на открытых линиях	85—80
Санитарная норма для жилой зоны	60—45

вышает санитарный уровень. С гигиенических позиций относительно комфортным считается акустический режим при уровне звука 10—60 дБ(А) и максимально дискомфортным — при уровне шума выше 80 дБ(А). Для нервной системы вреден шум выше 50—60 дБ(А). Так, если работать при шуме интенсивностью 70 дБ(А), то сделанных ошибок окажется вдвое больше, чем при работе в нормальной обстановке. Работоспособность при постоянном шуме снижается примерно на треть. При звуке в 80—90 дБ(А) возможны необратимые изменения в органах слуха, а при уровне 120—140 дБ(А) — повреждения этих органов. Можно представить бедственное положение тех жителей города, которые из-за возраста или по состоянию здоровья нуждаются в щадящем акустическом режиме.

БЛУЖДАЮЩИЕ ТОКИ И КОРРОЗИЯ

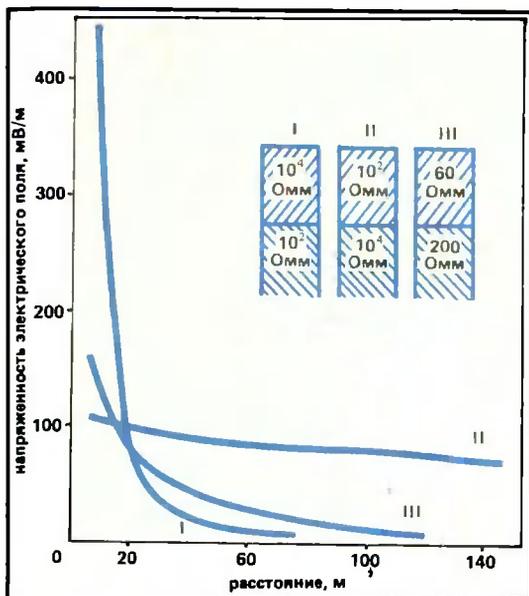
Использование электроэнергии в городах сопровождается значительными утечками электрического тока в грунт и возникновением поля блуждающих токов. Это явление носит название электрокоррозионного загрязнения и представляет собой фактор первостепенного значения в условиях урбанизированных территорий. Изменение коррозионной обстановки и повышение степени опасности коррозионных повреждений металлических и железобетонных конструкций — вот следствие воздействия блуждающих токов.

Коррозионные повреждения водонесущих коммуникаций служат причиной переувлажнения грунтовой толщи, что приводит если не к оползневым процессам, то во всяком случае к подтоплению — бичу многих современных городов. В этом проявляется «геологическая» ипостась электрокоррозионного воздействия. Экологический аспект этого вида техногенных физических воздействий менее очевиден и как бы вторичен, хотя столь же серьезен по последствиям. Так, легко себе представить последствия коррозионного разрушения сточной-фекальной канализации в плотно населенном районе города. Или же вообразить последствия оползня, вызванного переувлажнением крутого склона в результате коррозионных повреждений водонесущих коммуникаций.

Степень воздействия блуждающих токов на различные материалы можно оценить по скорости коррозии металла и по среднегодовым потерям несущей способности металлических и железобетонных кон-

Таблица 4

Источники электрокоррозионного воздействия	Напряженность поля блуждающих токов, мВ/м
Электрифицированный рельсовый транспорт	1600—300
Станции катодной противокоррозионной защиты	250—60
Естественное электрическое поле	10—5



Зависимость напряженности электрического поля блуждающих токов от расстояния до электрифицированной железной дороги и геоэлектрических условий. На напряженность поля влияет соотношение проводимости отдельных слоев, составляющих геологический разрез: если сверху залегают породы с более высоким удельным электрическим сопротивлением (I), поле затухает быстрее, чем при обратном соотношении слоев (II и III).

струкций. Например, при напряженности поля блуждающих токов 0,8—3,6 мВ/м скорость коррозии металла составляет 0,2—2 мм/год, а потери несущей способности металлических и железобетонных конструкций — 10—15 и 5—8 % соответственно.

Коррозионное воздействие поля блуждающих токов зависит от состава грунта и его влажности. Наибольшая коррозионная активность характерна для неоднородных по составу техногенных грунтов (верхние 2—10 м городского субстрата представлены, как правило, именно такими грунтами) при влажности 23—37 %.

Основными источниками электрического поля блуждающих токов следует считать электрифицированный рельсовый тран-

спорт на постоянном токе, заземленные промышленные установки, а также станции катодной противокоррозионной защиты. Напряженность электрического поля, создаваемого блуждающими токами, составляет от 0,001 до 0,3—1,6 В/м (в зависимости от источника и расстояния до него).

Область влияния источника блуждающих токов будет больше для грунтов с высокой электропроводностью и меньше для грунтов с низкой электропроводностью. На распределении поля блуждающих токов отражается также соотношение в геологическом разрезе городского субстрата слоев с различной электропроводностью. Если величина удельного электрического сопротивления самого верхнего слоя намного больше, чем нижележащего, то напряженность поля быстро уменьшается по мере удаления от источника. При обратном соотношении проводимости слоев ослабление поля в приповерхностном слое происходит медленно, поле распространяется на значительные расстояния.

Электрическое поле заметно на расстоянии 0,1—10 км от создающего его источника. Однако наибольший эффект проявляется в пределах нескольких метров. Зона потенциальной опасности значительно шире — 1—2 км. За пределами этой зоны поле еще заметно, но коррозионного воздействия оно почти не оказывает. Ориентируясь на приводимые данные, следует признать, что в городах электрокоррозионная опасность (по крайней мере потенциальная) существует повсеместно.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Электрокоррозией не исчерпываются все проблемы, связанные с использованием электроэнергии в городах. Не менее существенным с экологических позиций представляется воздействие электромагнитного излучения промышленной частоты (50 Гц) и частот радиоволнового (0,06 МГц — 300 ГГц) диапазона.

Источниками электромагнитных полей промышленной частоты являются передаточные шины (общий проводник) высоковольтных электрических подстанций и токонесущие провода воздушных линий электропередачи. Источники электромагнитных полей радиочастотного диапазона — антенны радиовещательных и телепередающих станций, специальных средств связи и радиолокационных станций.

Физиологическое воздействие электромагнитных полей на организм человека обуславливается индуцированными токами,

Таблица 5

Источники электромагнитного воздействия	Напряженность поля вблизи поверхности земли
Воздушные высоковольтные линии электропередачи	5,5—2,5 кВ/м
Электрические распределительные подстанции	6,0—2,5 кВ/м
Безопасный уровень излучения для полей промышленных частот (50 Гц)	5 кВ/м
для полей в радиочастотном диапазоне (0,06 МГц—300 ГГц)	20—5 В/м
Естественное электромагнитное поле Земли (теллурические токи)	10^{-5} — 10^{-6} В/м

текущими через ткани тела человека. Оно определяется напряженностью поля и продолжительностью воздействия. Безопасный предел силы индуцированного тока составляет 5 мА.

Систематическое воздействие интенсивных электромагнитных полей на человеческий организм может приводить к негативным последствиям. Здоровый организм сопротивляется любому пагубному внешнему воздействию достаточно успешно. Однако среди жителей городов немало таких, чей организм недостаточно крепок, чтобы противостоять электромагнитному воздействию. Даже если не происходит патологических изменений в организме, при длительном воздействии электромагнитного излучения могут возникнуть повышенная утомляемость, чувство апатии или, наоборот, повышенного беспокойства, другие отклонения от нормального состояния. Близость высоковольтных линий электропередачи может оказаться причиной безвредного по последствиям, но малоприятного электрошока, вызванного прикосновением к незаземленным металлическим поверхностям (например, кузову автомобиля), находящимся в зоне влияния электромагнитного поля ЛЭП.

Застройка хорошо защищает пространство города от воздействия коротковолнового и ультракоротковолнового электромагнитного излучения. Достаточно избегать мест, располагающихся в прямой видимости излучателей и в непосредственной близости от них, и можно чувствовать себя в относительной безопасности. Реальная опасность электромагнитного облучения полей, генерируемым высоковольтными ЛЭП, существует в пределах коридора шириной 60—

90 м (в зависимости от передаваемого напряжения), осью которого является линия электропередачи.

К сожалению, высоковольтные ЛЭП зачастую глубоко внедряются на территорию городов, проходя через жилые кварталы, а городские окраины оказываются в пределах прямой видимости антенн радиолокационных станций аэродромного обслуживания и других установок, использующих радиоволны высоких и сверхвысоких частот. Это не может не вызывать чувство тревоги, требует более серьезной оценки экологической ситуации.

РАДИАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Со времени Чернобыльской катастрофы внимание к радиоактивному загрязнению держится на максимально высокой отметке. Все связанное с нахождением в почвах или воздухе радионуклидов воспринимается очень остро, тем более что время от времени появляются сообщения о «бесхозных» или «утерянных» источниках радиоактивного излучения.

Источниками радиационного поля являются космические лучи и ионизирующее излучение природных радиоактивных веществ, содержащихся в почве, горных породах и воде, а также новообразованных (техногенных) радионуклидов, попадающих в окружающую среду и накапливающихся в ней.

Космическое излучение в связи с малой мощностью дозы (до 30 Р/год) как экологический фактор играет второстепенную роль. Корпускулярное ионизирующее излучение земного происхождения имеет ограниченный радиус действия (от нескольких сантиметров до нескольких метров) и может приниматься во внимание лишь в случаях постоянного «общения» с соответствующими промышленными или исследовательскими установками. Существенным с экологических позиций фактором радиационного воздействия на все виды животного и растительного мира является ионизирующее электромагнитное гамма-излучение, распространяющееся на большие расстояния и обладающее высокой проникающей способностью. Действие гамма-излучения зависит от размеров источника, расстояния до него и интенсивности излучения.

Вместе с космическим излучением естественная радиоактивность формирует «радиационный фон», различный для разных регионов планеты (различие может составлять три-четыре раза), к которому живая природа за длительное время совмест-

Таблица 6

Интенсивность радиационного воздействия	Мощность дозы излучения, мР/год
Техногенный повышенный фон (излучение стройматериалов, бытового газа, водопроводной воды, почвенного слоя, выбросы промышленных предприятий и тепловых электростанций)	155
Облучение, проводимое с медицинскими целями	107
Глобальные радиоактивные выпадения	2,5
Допустимая безопасная мощность экспозиционной дозы	210

ного существования «привыкла». Вблизи земной поверхности мощность дозы естественного фонового излучения изменяется от 0,003 до 0,025 мР/ч. Естественный фон постоянно меняется вследствие техногенного перераспределения и концентрации радионуклидов.

В условиях промышленно-городских агломераций добавочными по отношению к технологическим процессам источниками увеличения радиационного фона могут служить строительные материалы (бутовый и облицовочный камень, гранитный щебень), бытовой газ и даже водопроводная вода. Выделяющийся в незначительных количествах из почвы радиоактивный газ — радон при недостаточной вентиляции накапливается в подвальных помещениях, в подземных сооружениях, в замкнутых дворах и также приносит свою лепту в радиоактивное загрязнение городской среды.

Ионизирующее излучение при значительной интенсивности оказывает на живые организмы и растительность вредное, а иногда и губительное воздействие. Повышение уровня излучения над фоновым и даже просто повышенный естественный радиационный фон могут приводить к генетическим изменениям в организме. Так, при мощности дозы в 0,09—0,21 Р/ч происходит замедление роста растений и уменьшается видовое разнообразие животных. При увеличении мощности дозы до 0,42—1,67 Р/ч растительность угнетается, очень легко поражается насекомыми и возбудителями болезней.

Человек отличается особой чувствительностью к радиационному воздействию. Конечно, трудно предположить, что в пределах города без серьезных на то причин вдруг обнаружится весьма высокий уровень радиации. Однако следует иметь в виду, что хроническое воздействие малых доз труд-

нее поддается оценке, поскольку последствие облучения может значительно отстоять по времени от момента облучения. Для человека безопасной считается мощность дозы, в 250 раз превышающая естественное радиационное излучение, что соответствует 8—24 мкР/ч.

Из сопоставления данных по радиационному воздействию (табл. 6) вытекает, что лишь сочетание всех возможных случаев «контактов» с радиацией приводит к превышению безопасного уровня радиационного облучения. Значит ли это, что горожане могут чувствовать себя застрахованными от разного рода «радиационных неожиданностей»? Ответ на этот вопрос может и должна давать служба радиационной безопасности города, входящая в сеть организаций, наблюдающих за общим санитарным состоянием городской среды.

В заключение остается добавить, что одновременно с возникновением городов формируется потенциал техногенного физического воздействия на городскую среду и обитателей города и что по мере укрупнения городов, усложнения их инфраструктуры он неизбежно растет. Городские жители оказываются узниками сложного лабиринта физических полей, которые влияют на все компоненты городской среды. Это ставит техногенное физическое воздействие в ряд геозекологических факторов, ответственных за формирование условий труда и быта горожан.

Конечно, влияние технически оснащенного человека на окружающую его среду в городах не сводится к техногенному физическому воздействию, но тем не менее и его нельзя сбрасывать со счетов. К сожалению, это осознается далеко не всегда и не всеми, от кого зависит принятие решений по социальному развитию городов. Можно понять ссылки на скудость городского бюджета. Можно, с оговорками, принять более медленное, по сравнению с химическим и биологическим мониторингом, создание специальных служб контроля уровня физических полей на территории городов. Но нельзя согласиться с игнорированием факта существования и заметного влияния на геозекологическую обстановку техногенного физического загрязнения. Нельзя, так как, отрубив две головы дракона, мы в перспективе неизбежно столкнемся с третьей, тем более грозной, чем менее будем готовы к встрече с ней. А задача состоит в том, чтобы одолеть дракона. Никак не меньше.

Здоровье городских жителей

Б. А. Ревич



Борис Александрович Ревич, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник Центра демографии и экологии человека Института проблем занятости. Область научных исследований — экологическая эпидемиология, общие проблемы экологии человека.

В СОВРЕМЕННОМ городе человек ощущает на себе влияние целого комплекса факторов среды, в том числе биологических и социальных, которые во многом определяют состояние его здоровья. Хотя химические элементы попадают в организм человека и с пищей, и с водой, и с воздухом, в большинстве случаев в городе преобладает ингаляционный путь. Это связано с тем, что качество питьевой воды в городе стабильнее, чем состав атмосферного воздуха, а сравнительно равномерное распределение продуктов питания по территории города нивелирует их влияние. Кроме того, при дыхании химические элементы поглощаются наиболее интенсивно: так из воздуха абсорбируется кровью до 60 % свинца, из воды всасывается лишь 10 %, а из пищи — 5 % этого металла.

Поскольку состояние здоровья населения зависит от совокупности химических, физических и биологических факторов, необходима комплексная оценка всей суммы присутствующих в среде факторов, характера их биологического действия и комбинированного и комплексного эффектов.

Мы полагаем, что наиболее адекватной оценкой влияния реальных нагрузок

на состояние здоровья может служить обобщенный индекс здоровья, который включает следующие показатели: медико-демографические (рождаемость, смертность, средняя продолжительность жизни и др.); заболеваемость (особенности ее структуры, распространенность различных болезней); физическое развитие (масса тела, вес, дисгармоничность).

Критерием реальной опасности может служить шкала биологических ответов на действие загрязняющих веществ. Согласно схеме, предложенной экспертами ВОЗ, выделено пять основных уровней: чрезвычайно опасный (повышенная смертность); высокоопасный (повышенная заболеваемость); опасный (наличие физиологических признаков болезней); умеренно опасный (физиологические и другие сдвиги); малоопасный (накопление загрязняющих веществ в органах и тканях).

Отечественные гигиенисты В. М. Прусаков и К. А. Буштуева предложили более развернутую характеристику этой шкалы¹. Первый, чрезвычайно опасный, уровень увеличивает смертность, количество онкологической, специфической и (или) профессиональной патологий, спонтанные аборт и врожденные пороки развития; второй, опасный, повышает неспецифичную заболеваемость, осложнения при беременности и родах, ухудшает показатели физического и нервно-психического развития детей, физиолого-клинического состояния детей и взрослых; третий, умеренно опасный, вызывает неустойчивые эпизодические изменения перечисленных факторов здоровья; четвертый, малоопасный, — тенденция к изменению этих показателей.

Однако в этой шкале отсутствуют количественные критерии изменения состояния здоровья детей. Если чрезвычайно опасный уровень отличается от других тяжелыми последствиями, то различия между опасным и умеренно опасным заключаются лишь в устойчивости или неустойчивости тех или иных изменений. Определить устойчивость изменений в состоянии здоровья населения можно только при длительных эпидемиологических исследованиях, а в ситуации нарастающих экологи-

¹ Прусаков В. М., Буштуева К. А. Проблемы мониторинга за здоровьем населения промышленных городов. Ч. 1. Ангарск, 1989.

ческих катастроф необходимо учитывать даже разовые, но массовые обследования. Мы полагаем, что в эту шкалу необходимо внести количественные критерии оценки здоровья детей.

Наиболее объективные представления о состоянии здоровья городских жителей можно получить при медицинском обследовании детей. Это совершенно очевидно по следующим причинам: во-первых, дети не заняты никакой профессиональной деятельностью, которая так или иначе сказывается на здоровье; во-вторых, они еще не успели обзавестись вредными привычками и ведут, в основном, здоровый образ жизни; в-третьих, дети — это наиболее оседлая популяция и, кроме того, самая ранимая. Необходимо также помнить, что дети — это наш завтрашний день, новое поколение, чье здоровье определяет будущее человечества. И есть еще одна вполне конкретная причина: возможность получать наиболее полную информацию, включающую все необходимые показатели здоровья. Оценка загрязнения окружающей среды с эколого-гигиенических позиций позволяет в первую очередь выделить три типа территорий с чрезвычайно опасным и опасным уровнями загрязнения.

Первый тип — территории, находящиеся в зоне Чернобыльского и Южно-Уральского следов и других ядерных катастроф. Сколько таких мест на территории страны, сказать трудно, так как сведения о размещении рудников по добыче урана, перерабатывающих предприятий и других объектов бывшего Минсредмаша обычно отсутствуют. Сюда относятся целые города закрытого типа, поселки, расположенные на отравленных источниках водопользования или сельскохозяйственных землях, а также отдельные жилые массивы вблизи неконтролируемых захоронений радиоактивных отходов, особенно на прибрежных территориях. Таких небольших очагов в промышленных городах может быть много. Так, по данным предприятия «Радон» при Мосгорисполкоме, только в Москве и Московской области их более 100, но оценить опасность для населения крайне трудно из-за их небольших размеров. Что касается пораженной территории Чернобыльского следа, то она определена соответствующими правительственными решениями и в них реализуются предусмотренные Законом меры социальной защиты.

Второй тип — это территории, входящие в зону Аральского кризиса. Они включают в себя несколько областей. Существую-

щая статистика говорит о высокой младенческой смертности и заболеваемости детей. Однако здесь очень сложно отделить влияние воды и продуктов питания, загрязненных пестицидами, от неблагоприятных условий образа жизни местного населения.

Третий тип — города с чрезвычайно опасным и опасным уровнями загрязнения атмосферного воздуха. Для этого случая имеется наиболее подробная информация. Оценить степень воздушного загрязнения городов можно как по результатам контроля качества атмосферного воздуха, так и на основании медицинского обследования населения. Учитывая суммарный индекс загрязнения пятью основными веществами, а также максимальные концентрации примесей, превышающих 10^4 ПДК, составлен список из 79 городов². Его можно дополнить городами с нефтехимическими предприятиями (Баку, Новокуйбышевск, Салават, Сумгаит, Уфа и Ярославль), выбрасывающими в атмосферу специфические углеводороды, не контролируемые службой Госкомгидромета.

Но насколько можно ориентироваться на средние показатели по городу, если больше всего страдает население, проживающее вблизи предприятий? Это хорошо видно из данных о состоянии здоровья жителей внутри одного города. Обследование населения в наиболее загрязненных городах страны показало, что состояние здоровья зависит от степени атмосферного загрязнения той или иной части города, чему соответствуют значительные различия в показателях здоровья населения. Так, в Москве детская заболеваемость бронхиальной астмой увеличивается по мере удаления от «чистых» окраин к средней части города, где воздух отравлен выбросами предприятий и автотранспорта, далее к жилым кварталам вблизи крупных промышленных зон; наиболее выражены эти изменения у детей, проживающих в непосредственной близости от предприятий³. В другом крупном промышленном городе — Кривом Роге — в отдельных районах заболеваемость раком легких различается в 1,5 раза⁴.

² Ежегодник состояния загрязнения воздуха городов и промышленных центров Советского Союза за 1989 год. Л., 1990.

³ Рев и ч Б. А. // Экологические исследования в Москве и Московской области. М., 1990. С. 95—109.

⁴ Янышев А. Н. Д. и др. К вопросу о количественной связи между заболеваемостью населения раком легкого и загрязнением атмосферного воздуха канцерогенного полициклическими ароматическими углеводородами // Факторы окружающей среды и здоровье населения. М., 1989. С. 53—58.

Применение метода медико-географического картографирования дает возможность обнаружить среди городского населения группы наибольшего риска, которые в первую очередь нуждаются в помощи. Особенно полезен этот метод оказался при оценке нарастающих изменений в здоровье городских детей. Это позволяет количественно оценить постепенно нарастающие изменения в состоянии здоровья детей, которые фиксируются на этих территориях.

Используя данные последней переписи 1989 г. о численности населения в городах России и предложенную экологигиеническую типизацию, мы выделили 15 небольших городов на территории России с чрезвычайно опасным уровнем загрязнения, где проживают около 150 тыс. детей. Эти города расположены вблизи крупных металлургических комбинатов, находящихся в горах или предгорной местности, выбросы которых создают большую опасность для местных жителей.

Крупные города с населением 100—300 тыс. чел. (их всего восемь: Норильск, Орск, Братск, Владикавказ и др.) можно отнести ко второму типу. Здесь выбросы металлургических комбинатов затрагивают до 25 % территории, на которых проживают ориентировочно 100 тыс. детей. Третий тип — крупнейшие города (Красноярск, Челябинск), в которых выбросы создают чрезвычайно опасное загрязнение на 10 % территории, где проживают около 50 тыс. детей. Аналогичная оценка проведена и по 27 городам с химическими производствами, где 350 тыс. детей находятся в экстремальных экологических условиях. Таким образом, можно считать, что только в условиях чрезвычайно опасного загрязнения в 50 городах России проживают до 700 тыс. детей. В условиях опасного загрязнения воздуха общая численность населения значительно больше и достигает нескольких десятков миллионов детей.

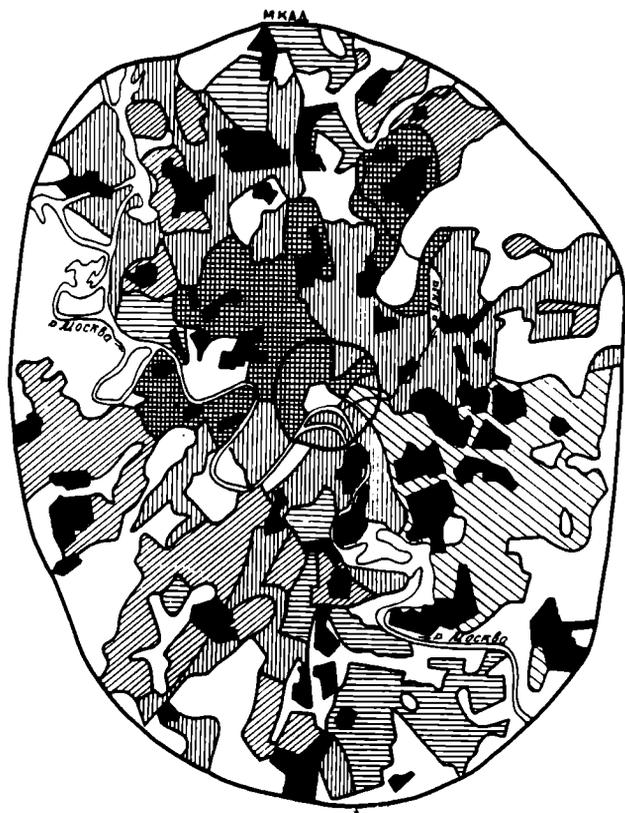
Какие же тенденции в изменении состояния здоровья населения в связи с экологическими проблемами видятся в настоящее время? Во-первых, специальные исследования младенческой смертности и врожденных пороков развития новорожденных не подтвердили рост этих показателей, как это часто утверждают в прессе. Проведенный нами анализ младенческой смертности по административным территориям России показал, что за последние 30 лет она устойчиво снижается, но в разных районах республики неравномерно. Наблюдае-

мая высокая младенческая смертность в городах Тувы, Калмыкии, Дагестана, Чечни, Ингушетии, Кабардино-Балкарии, Бурятии, Якутии, связана, в основном, с социально-экономическими, а не экологическими условиями. Крайне слабая система учета врожденных пороков развития не позволяет сделать однозначные выводы относительно роста этой патологии, однако по результатам специальных медико-генетических обследований в некоторых городах врожденные пороки развития встречаются довольно часто. Как правило, это крупные центры, ориентированные на металлургическую или химическую промышленность, такие как Мариуполь, Кемерово и Sterлитамак. Однако и в менее загрязненных городах возможны очаги с повышенным числом врожденных пороков развития среди новорожденных. Так, в Москве в наиболее загрязненных районах их было на 18 % больше, чем в окраинных, «чистых» жилых массивах.

Во-вторых, ожидается рост онкологических заболеваний, в возникновении которых, и особенно рака легких, доля экологической компоненты достаточно велика. По данным специалистов в области онкологической статистики, к 1995 г. число вновь выявляемых онкологических заболеваний увеличится. Среди мужчин заболеваемость раком легких за это время увеличится со 131 до 135 на 100 тыс. населения.

В-третьих, анализ распространения детских хронических заболеваний показывает, что в некоторых регионах России отмечается рост таких заболеваний, как атопический дерматит, бронхиальная астма и нефрит. В-четвертых, интенсивное загрязнение окружающей среды в последние годы привело к возникновению новых, ранее неизвестных химических экологических заболеваний — это алопеция (облысение) детей в украинском городе Черновцы и в эстонском городе Силламяэ; полинейропатия («хлопающая стопа») у жителей Урала и «желтые дети» Алтайского края.

Черновицкая алопеция возникла осенью 1989 г. Среди различных версий происхождения были две, связанные с действием химических веществ — таллия и фторида бора. Известно, что токсическое действие таллия сопровождается выпадением волос и отложением черного пигмента в луковице корня волоса, что мы и наблюдали при их микроскопировании. Однако повышенные концентрации таллия в волосах, моче и слюне детей обнаружить не удалось. Возможно, это связано со значительными (два-три месяца после начала



Карта распространения бронхальной астмы среди московских детей. На территориях с высоким уровнем загрязнения проживает 150 тыс. детей (12 % от общего числа), со средним — 430 тыс. (38 % от общего числа), с низким — 280 тыс. (23 % от общего числа), с малым загрязнением — 430 тыс. (28 % от общего числа).

- Уровни загрязнения атмосферного воздуха:
- высокий — более 10 случаев на 1 тыс.
 - средний — 5—9 случаев на 1 тыс.
 - низкий — менее 5 случаев на 1 тыс.
 - высокий и средний уровни на территориях с малым загрязнением
 - жилые массивы, где нет точных данных
 - промышленные и нежилые зоны

вспышки) запаздыванием исследовательских работ. В больших количествах таллий присутствовал лишь в ногтях детей. Но в этих же субстратах содержалось повышенное количество бора, что позволило выдвинуть гипотезу токсического воздействия фторида бора. На кирпичных заводах, находящихся в центре города, сжигались отходы промышленных предприятий, содержащие соединения бора и фтора, в результате чего образовался токсичный газ BF_3 . В поддержку этой гипотезы говорит исчезновение тараканов, особенно чувствительных к действию борсодержащих веществ.

В начале 1989 г. в Эстонии, в промышленном городе Силламяэ, где добываются и перерабатываются сланцы, вспыхнула детская алоpecia, поразившая в течение нескольких месяцев более 200 детей. Возможная причина «эпидемии» — пожар на шахте с залповым выбросом продуктов горения зоны сланцев.

Если в отношении этих заболеваний существуют определенные версии, то совершенно непонятна причина токсической

полинейропатии, поразившей студентов на уборке картофеля в одном из регионов Урала. Впервые это заболевание с условным названием «картофельная болезнь» обнаружили в 1989 г. (30 чел.). Всего за три года заболело 222 чел. Среди повторяющихся из года в год симптомов наиболее характерна «хлопающая стопа» — у пострадавших не подгибаются ступни. По последней версии появление этого заболевания связывают с применением импортных пестицидов нового поколения.

Так же не ясна причина массового появления «желтых детей» в 1989 г. в Алтайском крае. Резко увеличилось число новорожденных с поражением центральной нервной системы, причем всех малышей отличал желтый цвет лица и чрезвычайно высокие содержания билирубина в крови. Имеются и случаи с летальным исходом. Первоначально причину заболевания связывали с пожаром на руднике, где добывается руда с высоким содержанием свинца, кадмия и цинка. Но впоследствии случаи желтухи обнаружены и в другом поселке —

на расстоянии 400 км. При массовом обследовании у 60 % детей обнаружена патология центральной нервной системы, у матерей — анемия, в грудном молоке — гексахлоран, ЛДТ, тяжелые металлы.

Все эти заболевания возникли в результате действия каких-то не ясных пока факторов. Но за последние два года произошло несколько крупных химических катастроф, последствия которых еще не проявились. Так, в результате аварии на нефтеперерабатывающем производстве в Уфе (Башкортостан) содержание фенола в питьевой воде во много раз превысило гигиеническую норму. В сентябре 1990 г. в Усть-Каменогорске (Восточный Казахстан) после одной из крупнейших бериллиевых аварий концентрация бериллия в воздухе возросла против гигиенической нормы в 1,1—5,4 раза. Непосредственно после аварии острых бериллиевых поражений не зарегистрировали, не выявили специфических изменений в состоянии здоровья и через три месяца после аварии, что, однако, не исключает возможных отдаленных последствий.

Возникший в стране экономический хаос, нарушение технологической дисциплины, становление «дикого» рынка приведут в ближайшее время к серии новых экологических химических катастроф. «Химическое» неблагополучие разворачивается на фоне радиоактивных пятен Чернобыля и Южного Урала, функционирования крупнейших баз ядерного оружия около различных населенных пунктов в центре России, на ее севере и востоке.

Все это говорит о том, что загрязнение окружающей среды — сейчас один из ведущих факторов, определяющих состояние здоровья населения. Тяжелая экологическая ситуация во многих городах, особенно там, где расположены мощные металлургические и химические производства, требует незамедлительных мер по оздоровлению окружающей среды. Мы полагаем, что необходимо выделить три основных направления.

Во-первых, комплексное межотраслевое природоохранное эколого-социальное проектирование, учитывающее все проблемы, связанные с неблагоприятными последствиями загрязнения окружающей среды. Сюда входит разработка принципов и системы экологической экспертизы и, главное, комплексные экологические изыскания. Специализированная сеть проектно-изыскательных организаций, используя экологическое картографирование террито-

рий и экологические экспертизы, должны проводить разделение территорий по типам, интенсивностям вредных воздействий и ответа живых организмов на эти воздействия. Применение экологического картирования дает возможность выявить конкретные территории и группы населения, находящиеся в наиболее неблагоприятных условиях. Это позволяет целенаправленно проводить природоохранную и здравоохранительную политику, системно и целенаправленно сосредоточивать силы и средства, выделяемые на решение экологических проблем, которые в противном случае расплываются на территории «в целом».

Во-вторых, усовершенствование структуры и содержания системы контроля за состоянием окружающей среды урбанизированных территорий и экологическими последствиями ее загрязнения.

Существующие системы выборочного контроля по плотности расположения, частоте наблюдений и перечню наблюдаемых загрязняющих веществ не соответствуют характеристикам и масштабу реального загрязнения. Здесь могут быть полезны методы картографирования среды с медико-географической оценкой состояния здоровья на основе постоянно действующей информационной системы автоматизированного анализа изменения пространственной структуры показателей неблагоприятных реакций населения на загрязнение среды. Необходима система биомониторинга за содержанием токсичных веществ (металлы, пестициды) в организме человека на единой методической основе.

И, наконец, в целях кардинального снижения заболеваемости для городов со сложившейся структурой расселения и промышленностью нужны детальные проекты мероприятий на основе экологических изысканий и анализа пространственной структуры загрязнения и заболеваемости.

Важнейшим элементом таких проектов должны стать архитектурно-планировочные решения по изменению границ промышленных санитарно-защитных зон, условий землепользования в соответствии с реально наблюдаемой в городе пространственной структурой экологических условий, а не только по расчетно-нормативным планам.

Кроме того, нужны обоснованные первоочередные меры для территорий с опасными уровнями загрязнения (около 10 % площади крупных городов; для городов близ особо крупных предприятий — иногда много больше), включающих полный вывод из этих территорий жилья либо

принципиальное изменение технологии особо опасных объектов, вплоть до перепрофилирования. Необходимы расчеты эффективности работы предприятий в центрах исторической застройки, как это имеет место в большинстве городов средней полосы России (Курск, Ярославль и др.). Часто в таких городах заводы размещены в долинах рек с пониженным рельефом, где скапливаются массы загрязненного воздуха. Наконец, такие города, как Москва, должны освобождаться от несвойственного для столичных городов промышленного производства, особенно столь материалоемких, как металлургия, тяжелое машиностроение, автомобильная промышленность. К важнейшим задачам можно отнести и обоснование системы перестройки организационной структуры медицинского обслуживания в соответствии со структурой загрязнения и заболеваемости (усиление интенсивности и специализации медобслуживания для территорий с повышенной заболеваемостью населения); в том числе и разработку территориальной структуры размещения детских учреждений, спортивных баз и режима их работы в зависимости от дифференциации состояния окружающей среды и здоровья населения.

Для улучшения состояния здоровья детей в городах с повышенным уровнем загрязнения необходимо в зависимости от интенсивности загрязнения среды и наблюдаемых реакций населения разработать программу профилактических мероприятий для каждого города. В основе такой программы должна лежать система биомониторинга токсичных элементов в организме человека, иммуномониторинга и других современных методов функциональной диагностики.

Подходы к оценке состояния здоровья жителей городов в связи с загрязнением окружающей среды, изложенные в статье, послужили основой для подготовки специального документа Министерства экологии, регламентирующего критерии зон экологического неблагополучия по медико-демографическим показателям. Подготовка этого документа вызвана принятием Закона Российской Федерации «Об охране окружающей среды», который определяет, в каких случаях территории становятся зонами чрезвычайной экологической ситуации (ст. 58) или экологического бедствия

(ст. 59). Пятьдесят восьмой снова не повезло — из политической она трансформировалась в экологическую.

В Министерстве экологии сформирована группа экспертов-медиков, в задачу которой входило определить показатели состояния здоровья, по которым население попадает под эту статью. Основные выводы комиссии собраны в таблице, в которой по степени изменений тех или иных показателей здоровья можно выявить зоны экологического неблагополучия. В таблице учтены и некоторые показатели, о которых мы не писали в статье, но которые резко изменяются в зонах экологического неблагополучия. Так, число новорожденных с массой тела менее 2500 г в два-три раза выше в такой кризисной экологической зоне, как Аральская, по сравнению с другими регионами. В зонах экологического неблагополучия увеличивается также число детей с нарушениями психического развития.

Можно ожидать, что в ближайшее время целый ряд районов России будет претендовать на печальный титул зон экологического неблагополучия и, следовательно, требовать различных лечебно-профилактических мер. Мы убеждены в том, что необходимы срочные меры для укрепления здоровья населения, и прежде всего детей, в зонах экологического неблагополучия. Причем идти надо не по пути программ типа чернойбыльской, где затрачены гигантские средства, а путем локальных программ, когда в каждом неблагополучном в экологическом отношении городе дети будут получать дополнительное количество витаминов или других препаратов, повышающих сопротивляемость организма. Структуру медицинской службы в таких городах нужно перестраивать с учетом особенностей состояния здоровья их жителей. И, наконец, совершенно новый аспект этой проблемы — экологическое страхование, которое в России не разработано, хотя мировой опыт в этой области имеется: так, после известной ртутной японской болезни «миномата» пострадавшим семьям было выплачено несколько миллионов долларов компенсации. Все это говорит о том, что мы находимся в начале большого, трудного пути как в области экологической эпидемиологии, так и смежных дисциплин — экопатологии, организации медицинской службы в экологически неблагоприятных условиях, медико-экологического страхования и т. д.

Новая гипотеза формирования месторождений древних фосфоритов

В. Н. Холодов,

доктор геолого-минералогических наук

Р. К. Пауль,

кандидат геолого-минералогических наук
Геологический институт РАН Москва

ДО СИХ ПОР в области фосфатной геологии безраздельно господствовала хемогенная гипотеза формирования фосфоритов А. В. Казакова. В соответствии с ней главным источником P_2O_5 считались глубинные воды Мирового океана, средством транспортировки служили глубинные течения, компенсирующие отток вод от берега (апвеллинги), а механизмом осаждения фосфоритов на дно прибрежной части моря являлось химическое выпадение P_2O_5 из пересыщенных морских вод.

Анализ строения фосфатных частиц, слагающих пласты фосфоритов крупнейшего в Азии Каратауского бассейна (Казахстан), проведенный А. Г. Вологдиным, К. Б. Корде, а в последние годы — А. Ю. Розановым, Е. А. Жегалло, Р. К. Пауль и другими исследователями, показал, что подавляющее большинство частиц представляют собой типичные бактериально-водорослевые образования, возникшие в результате жизнедеятельности этого симбиоза в мелководных участках морского дна.

Изученные Р. К. Пауль фосфатные частицы могут быть подразделены на три типа (см. рисунок). Тип А представлен ярко выраженными микрофоссилиями — водорослевыми колониями, которые были

идентифицированы до рода В. Н. Сергеевым и Р. Н. Огурцовой. Тип Б₁ представлен фосфатными частицами, в которых форма либо хорошо гармонирует с внутренним строением, либо внутреннее строение полностью утрачено; тем не менее сама форма этих частиц разного размера и из разных фаций (шар, овал, треугольник, гантели, цилиндр) позволяет отнести их к образованиям биогенного происхождения. Фосфатные частицы групп Б₁₁ и Б₁₁₁ представляют собой обломки бактериально-водорослевых образований. Всего лишь около 10 % изученных фосфатных образований нельзя отнести к какой-либо определенной группе, что допускает различные толкования их генезиса. Очевидно, таким образом, что осаждение фосфора из морской воды осуществлялось главным образом биогенным путем.

Постоянная ассоциация (сочетание) древних мелководных пластовых фосфоритов с более глубоководными «черными» сланцами, фтанитами и другими органогенными породами, сформировавшимися в условиях застойного режима и сероводородного заражения вод, полностью исключает возможность активной циркуляции морских вод. Более того, по аналогии с современными «сероводородными бассейнами» (Черное море, впадины Балтийского моря, Норвежские фиорды) можно предполагать, что в глубоководных илах здесь шли интенсивные процессы микробиологической сульфатредук-

ции. Эти процессы заключаются в том, что в глубоководных глинистых илах, обогащенных органическим веществом, под действием бактерий-десульфуризаторов осуществляется окисление S_{org} по схеме: $SO_4^{2-} + 2C_{org} = S^{2-} + 2CO_2$. В результате на первой стадии процесса иловые воды обогащаются сероводородом и углекислотой, под действием которых терригенные фосфаты переводятся в растворенное состояние. На второй стадии сероводород, углекислота и растворенный фосфор выходят за пределы полужидких илов и обогащают придонные части морского дна.

В случае если сероводородное заражение развивается в бассейне с застойным режимом, окислительно-восстановительная граница поднимается довольно высоко и захватывает даже шельфовые участки. На мелководье растворенный фосфор широко используется живым веществом и создает разнообразные скопления фосфатных частиц.

Геохимические закономерности распределения P_2O_5 в земной коре (по материалам А. Б. Ронова, А. А. Ярошевского и А. А. Мегдидова) показаны на схеме, из которой следует, что абсолютные количества фосфора в Мировом океане значительно уступают абсолютным массам фосфора в стратиферу (осадочных породах), гранитно-метаморфической оболочке, базальтах и мантии, при этом главным источником фосфора, по-видимому,

ФОРМА ФОСФАТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

ясно выраженная		неопределенная			
А микрофос- сили	МИКРОФИТОЛИТЫ				
	Б I онколиты		Б II микростроматиты	Б III сложные водорослевые колонии	В нейсной принадлж- ности
	внутренняя структура				
	сложная	отсутствует			

Структура и типы фосфатных частиц в пластовых залежах Каратау [Казахстан].

являются магматические мантийные породы, в которых его содержание достигает рекордных значений (габбро — 0,24 %, щелочные перидотиты — 0,38 % P_2O_5).

Любопытно, что основная масса фосфора в современном речном стоке перемещается, по данным В. В. Гордеева, в форме взвеси.

Ассоциации древних пластовых фосфоритов с железными и железомарганцевыми рудами, ванадиеносными и редкометальными фтанитами и другими осадочными образованиями, анализ палеогеографических особенностей вендскокембрийской эпохи наряду с приведенными выше геохимическими данными — все это позволяет утверждать, что источником P_2O_5 в древних водоемах были не воды Миро-



Законмерности распределения фосфора в земной коре и его современная миграция.

вого океана, а кристаллические породы суши, среди которых большую роль играли базиты и гипербазиты и особенно выделялись их щелочные разновидности, резко обогащенные P_2O_5 . Фосфор, как и ряд солут-

ствующих ему компонентов (железо, марганец, титан, ванадий и др.), сносился в смежные водоемы в виде тонкой взвеси, обогащал илил застойных участков, а затем под действием микробиологических процессов сульфатредукции растворялся и вступал в разнообразные биогенные циклы, нередко завершавшиеся его осаждением, концентрацией и формированием линзовидно-пластовых залежей.

Красная книга домашних животных

Ю. А. Столповский



Юрий Анатольевич Столповский, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории сравнительной генетики животных Института общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН. Область научных интересов — генетика сельскохозяйственных животных, сохранение и консервация генофонда домашних животных.

ПРЕДСТАВИТЕЛИ домашних, а точнее, сельскохозяйственных, животных не частые гости на страницах научно-популярных журналов. Тем не менее вопросы сохранения генофонда сельскохозяйственных пород стоят так же остро, как сохранение биологического разнообразия дикой фауны, исчезающим видам которой постоянно уделяется большее внимание. Это серьезная научная проблема, в которой тесно переплетены биологические и эконо-

мические мотивы. В современных условиях, сложившихся в отечественном животноводстве, угроза полного уничтожения нависла над многими древними (их называют аборигенными, локальными, естественными) породами. Им трудно выдержать конкуренцию с более продуктивными заводскими породами. На первый взгляд, такая смена пород логична: более продуктивные и прогрессивные заменяют менее продуктивные и примитивные формы животных. Но оказывается, древние, аборигенные породы выгодно отличаются от своих высокопродуктивных селекционных собратьев целым комплексом ценных генетических признаков. Приспособленность и адаптивность к экстремальным условиям внешней среды, производственная эффективность в жестких условиях содержания, повышенная жизнеспособность и долговечность, устойчивость к эпизоотиям, дружелюбность и сметливость — вот основные, но далеко не все показатели, присущие местным породам.

Впервые вопрос о сохранении генетических ресурсов сельскохозяйственных животных поднял в 1928 г. выдающийся отечественный генетик А. С. Серебровский¹. В 70-е годы аборигенные породы (к тому времени их стали называть редкими и ценными) оказались в центре внимания ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН) и ЮНЕП (Программа ООН по окружающей среде). Под эгидой этих международных организаций почти все развитые и многие развивающиеся страны через различные национальные сообщества бережно охраняют редкие породы сельскохозяйственных животных, справедливо считая, что сохранение породного разнообразия необходимо для селекции будущего.

В настоящее время уже создан Всемирный банк данных генофонда сельско-

хозяйственных животных на базе Ганноверского института ветеринарной медицины. Формируется банк данных уникальных специфических характеристик пород, что крайне необходимо для выделения генетически ценных животных, их разведения и использования.

К сожалению, сделав первые шаги в этой области исследований, мы до сих пор не сумели создать своей надежной системы по сохранению нашего национального богатства — древних, аборигенных пород. Сегодня в России и сопредельных с ней государствах на территории бывшего СССР на грани вымирания находятся десятки локальных пород лошадей, коров, овец, коз, свиней, кур и т. д. (табл. 1).

Сегодня есть два основных метода сохранения сельскохозяйственных пород: *ex situ* — криогенное хранение спермы, социтов, эмбрионов, ДНК — и *in situ* — поддержание живущего поголовья локальных стад, главным образом, в первоначальных условиях их обитания.

И тот и другой метод имеют свои преимущества и недостатки. Так, криогенное хранение биологического материала обеспечивает его неизменное состояние, поскольку генотипы не подвергаются влиянию генетического дрейфа. Метод *ex situ* позволяет восстановить породу за один год, что экономически в 10 раз дешевле по

сравнению с сохранением живых животных. Кроме того, обширная хозяйственная деятельность человека часто не дает возможности создать популяции животных, способные обеспечить успешное воспроизводство.

Однако существуют и некоторые негативные моменты. При длительном хранении генетического материала может быть непредсказуемым влияние радиационного фона². Кроме того, за длительный период (много веков) возможно значительное изменение бактерий и других патогенов, что не позволит криогенно хранившимся животным нормально адаптироваться³.

Сохранение живущего поголовья позволяет непосредственно исследовать состояние популяции: их устойчивость, продуктивность и другие качества. Только в живущем стаде можно обнаруживать и выбраковывать генетические дефекты. И последнее преимущество метода *in situ* — эстетический аспект. Ведь вид редких привлекаемых животных может доставлять людям высочайшее удовольствие, а также способствовать воспитанию, просвещению.

Современная стратегия при селекции

² Polge C. // Anim. Prod. and Health paper. 1981. V. 24. P. 289—293.

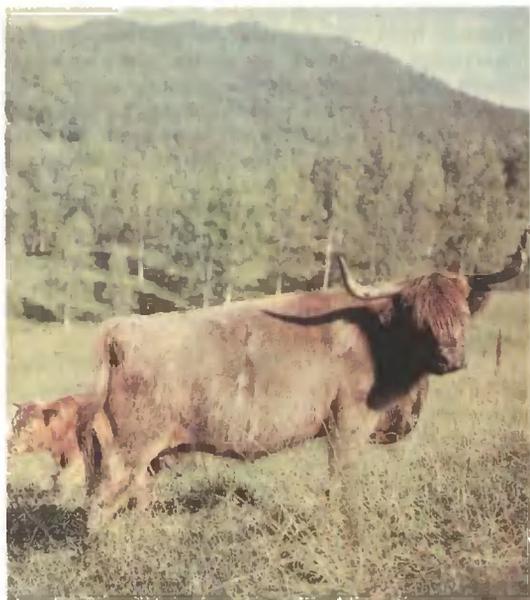
³ Bodol. Methods and experiences with *in situ* preservation of farm animals // Depart. of Anim. Husband. Univer. of Veter. Science. Budapest, 1989.

Таблица 1

Динамика численности породного крупного рогатого скота в государственных хозяйствах за 10 лет

Наименование пород, породных групп и популяций	Поголовье (тыс. голов) по состоянию на			Статус на 1990 г.
	1.01.80 г.	1.01.90 г.	% к 1.01.80 г.	
Серая украинская	715	1 914	+167	Ненадежный
Якутский скот	684*	542	—21	Вызывающий опасения
Бурятский скот	120*	—	—	Порода утрачена
Горный скот Грузии	27 906	10 360	—63	Уязвимый
Красная мегрельская	483	46	—91	Критический
Местная эстонская	848	1 336	+57	Ненадежный
Восточнофинская	120*	106	—12	Вызывающий опасения
Суксунский скот	5 059	3 260	—36	Ненадежный
Бушеувская	3 437	5 763	+67	Уязвимый
Юринская	539	—	—	Порода утрачена
Истобинская	26 592	34 626	+30	Нормальный
Красная тамбовская	2 432	4 832	+98	Ненадежный
Калмыцкая	223 525	241 693	+8	Нормальный
Ярославская	282 648	278 149	—2	Нормальный
Тагильская	126 328	71 097	—44	Нормальный
Красная горбатовская	46 144	14 352	—69	Нормальный
Аулизатинская	66 359	68 673	+3	Нормальный
Красный белорусский	25 915	4 520	—83	Ненадежный
Пинцгауская	28 378	531	—98	Вызывающий опасения

* — данные за 1985 г. Минус перед цифрой означает исчезновение из переписи.



Аборигенные породы крупного рогатого скота в Алтайском экспериментальном хозяйстве СО РАН: в в е р х у: хайландская и галловейская породы (Шотландия);

в н и з у — стадо серой украинской породы; на с. 35 в в е р х у — кулундинские овцы; в н и з у — якутские лошади.





аборигенных пород сводится к двум направлениям. Во-первых, к селекции на **улучшение** местного поголовья как неотъемлемой части их консервации и использования в будущем. Существует большое количество таких программ, в основе которых лежат, как правило, различные варианты скрещивания аборигенных и заводских пород: вводимое, межпородное, породно-линейное, создание синтетических популяций планируемой кровности (сложный генофонд или генный пул). Эти программы весьма популярны благодаря их экономической эффективности, особенно в развивающихся странах, где основное поголовье составляют местные популяции.

Второе направление — это селекция на **сохранение** и поддержание генофонда породы с широкой изменчивостью. Крайний вариант такого подхода — содержание популяции без искусственной селекции, в данном случае главным регулирующим элементом изменчивости признаков был бы естественный отбор и панмиксия, как в природных популяциях.

Первое направление тесно связано с экономическим разведением домашних животных и опирается на зоотехнические меры по улучшению кормления и систем содержания, на схемы скрещиваний, поддерживающие хозяйственную ценность животных. Классические зоотехнические подходы, используемые в таких программах, приводят к генетическому прогрессу, но одновременно снижают как внутривидовую, так и межпородную изменчивость, при этом исчезает уникальный генофонд локальных пород.

В связи с этим методы селекции, направленные на сохранение редких исчезающих пород, часто противоречат общепринятым селекционным приемам, обеспечивающим генетический прогресс по продуктивности. В последнее десятилетие формируется новая методология разведения, предполагающая равновесие между селекционным эффектом и генетической регрессией по комплексу признаков, чтобы генетические изменения в породе были незначительными, близкими к естественному разведению пород в древние века⁴.

Программа ФАО — ЮНЕП рекомендует применять искусственное осеменение⁵. Но поскольку большая вариабельность потомства и гетерозис наблюдается при естественной случке, этот метод в поголовье с малой численностью, как правило, не используется.

При содержании поголовья *in situ* неизбежна селекция производителей. Однако для сохранения генетической структуры популяции важно ограничивать действие на популяцию лучших самцов. Нельзя использовать животных с одинаковыми аллелями, поскольку для породы важно не только сохранять, но и повышать концентрацию оригинальных аллелей. Потомки одного самца должны вносить разнообразие в генофонд за счет своих матерей. Лучше, когда разные матери выбираются по своим генетическим и фенотипическим свойствам. Количество и смена самцов должны быть максимальными. Самое оптимальное соотношение полов — 1:1, чего в естественных условиях добиться крайне сложно.

Частая выбраковка разводимых самок может ускорить изменения в последующих поколениях, что нежелательно в моделях сохранения пород.

В достаточно большой популяции (свыше 5 тыс. особей) можно использовать селекцию на дивергенцию, т. е. выведение биологически контрастных типов, линий.

Важно сохранять определенный уровень изменчивости по полиморфным системам (группы крови, биохимические маркеры и т. п.), контролировать частоту генов и сохранять редкие признаки.

Для аборигенных пород характерно широкое разнообразие качественных признаков (масть, цвет и форма рогов), которые представляют определенную ценность при сохранении пород. Любые обнаруженные менделирующие признаки должны использоваться в программах по сохранению без всяких приоритетов.

При селекции учитывается и продуктивность, особенно когда она связана с биологической ценностью животного, т. е. способностью животного к адаптации в жестких условиях и устойчивостью к болезням. Контролем здесь могут служить плодовитость, воспроизводство, смертность, нормальное развитие (темп роста).

⁴ Иванов К. М. Методические рекомендации по разведению крупного рогатого скота в малочисленной популяции. Л., 1977; Эйснер Ф. Ф. // НТБ НИИЖ «Лесостепи и полярья Украины». 1975. № 12. С. 12—15; Белая Д. К. // Генетика. 1987. № 6. С. 937—946; Bodo I., Seregi J. Role of conservation of animal genetic resources in modern animal, breeding also using biotechnical methods // XIVth Genetic days of farm animals. Stary Smokovec, 1989.

⁵ FAO/UNEP. Joint expert Panel on animal genetic resources conservation and management. Rome, 1987.

Критерием селекции местных пород может быть масса тела при достижении годовалого возраста, среднесуточный привес, течение родов. При этом в большей степени имеют значение показатели собственной продукции, чем оценка по потомству.

В селекционные программы обязательно включается долговечность, поскольку эффективность молочной, мясной и тягловой продуктивности основана на продолжительности жизни.

Основной метод при сохранении аборигенных малочисленных пород — чистопородное разведение. Здесь используются скрещивания, обеспечивающие комплементарность или гетерозис между линиями, либо и то и другое вместе. С помощью вводного и поглотительного скрещивания возможно очищение, реконструкция и восстановление ценных популяций.

Отбор животных в генофондных стадах тесно связан с генетической изменчивостью. Вопреки существующему мнению, мы полагаем, что в этом случае нельзя вести отбор так же, как и в стадах с плановыми породами — по продуктивности, конституции, приспособленности к промышленной технологии. В реликтовых стадах, особенно небольших (менее 100 особей), давление отбора должно быть сведено до минимума, поскольку направленный отбор меняет генетическую структуру популяции. Считают, что для сохранения генофонда необходим стабилизирующий отбор, не снижающий изменчивость в малых стадах. Однако хорошо известно, что при стабилизирующем отборе исчезают крайние варианты или редкие гены, что очень нежелательно при консервации генетических ресурсов. Избежать такую ситуацию можно, создав в популяции две группы, в одной из которых существует селекционное давление, в другой — отсутствует или применяется дизруптивный отбор. В дальнейшем между этими субпопуляциями проводится ротационное скрещивание. Применение криоконсервации для редких вариантов, например по маркерным генам, также может помочь при решении этой проблемы.

Особенностью разведения локальных пород — использование аутбредного подбора с ротацией генеалогических групп и линией самцов и самок на протяжении многих поколений.

Селекция аборигенных пород должна быть направлена прежде всего на поддержание внутривидового разнообразия по таким характеристикам, как типы конститу-

ции, этологические и морфологические признаки, генетический полиморфизм кодоминантных систем, свойства продуктивности. Отбор и подбор должны способствовать сохранению жизнеспособных биологически ценных животных. Осуществить такую комплексную генетико-селекционную программу в одном стаде сложно. Для поддержания изменчивости целесообразно иметь несколько племенных стад одной породы с различными направлениями селекции или проводить межлинейную дифференциацию в одном стаде с последующим ротационным скрещиванием.

Не зная генетическую структуру популяции трудно выполнить столь сложную задачу, поэтому изучению генетического разнообразия генофонда домашних животных придается исключительное значение. Наиболее интересный аспект этой задачи — введение программы управления генетической изменчивостью.

Морфологическая изменчивость (дискретная и непрерывная) сельскохозяйственных животных впечатляет своим разнообразием по масти, телосложению, росту, весу и т. п. Особенно эти признаки заметны у локальных форм, где индивидуальная изменчивость очень высока. В то же время, если метрические признаки изучаются достаточно широко, то исследования прерывистой морфологической изменчивости не так популярны в животноводстве, хотя в моделях сохранения они весьма актуальны. Для учета и первичного анализа генетически детерминированных альтернативных дискретных признаков (фенов) Н. В. Тимофеев-Ресовский, А. В. Яблоков предложили фенетический подход⁶, который активно используется на различных диких видах и может быть применен на домашних животных. Такой подход позволяет оценить генетические особенности популяции, выявить ее изменчивость и восстанавливать микрофилогенез, что в итоге помогает эффективнее контролировать сохранение фенотипической структуры и генофонда.

В последнее время введены критерии средней гетерозиготности и генетического расстояния для оценки межпородных различий и выбора пород для сохранения. Для программы по управлению генетической изменчивостью необходимо знать адекватность распределения генотипов, рассчитывать коэффициенты дефицита или избыт-

⁶ Тимофеев-Ресовский Н. В., Яблоков А. В. Фены, фенетика и эволюционная биология // Природа. 1973. № 5. С. 40—51.

ка гетерозигот, отклонения фактических частот аллелей, генотипов от теоретически ожидаемых, индекс фиксации, процент полиморфных локусов в популяции, количество аллелей в локусе и др., используя при этом компьютерные программы.

В случае анализа изменчивости по количественным признакам наиболее простое решение — определять коэффициент изменчивости и отношение аддитивной генетической дисперсии к полной фенотипической дисперсии (наследуемость). Полученные при изучении обширного материала популяционно-генетические показатели говорят о том, что они конкретны для каждого стада и далеко не постоянны, а следовательно, могут быть использованы для контроля генетической изменчивости.

Конечно, хорошо бы сохранить все породы домашних животных — ведь невозможно сегодня угадать, какие из них завтра будут лучшими. Однако с селекционной и экономической точек зрения такой подход нецелесообразен.

Какие же критерии могут определить ценность породы как биологического материала? Назовем основные из них.

Адаптивность (к климату, корму, системе управления). Например, якутский скот приспособлен к суровым условиям Сибири, серая украинская порода хорошо усваивает грубостебельчатые корма, местный скот Грузии, привычный к отгонному пастбищному содержанию в горах, в отличие от других пород потребляет листву, осоку.

Резистентность (к разного рода инфекциям). Например, животные породы *Vaoule* (*Bos taurus*) устойчивы к трипаносоме, некоторые породы зебу — к пироплазмозу.

Специальные характеристики (иммуногенетические, биохимические, этологические и т. п.). Например, редкие варианты белков трансферрина и карбоангидразы у породы Piedmont (*B. t.*), специфические признаки — уникальные формы и цвет рогов серого венгерского скота, непревзойденное качество кожи, получаемой от серой украинской породы, отсутствие иноходцев в ахалтекинской породе.

Способность к гетерозису, т. е. в результате скрещивания превосходить лучшую из родительских форм по жизнеспособности, продуктивности и т. д. Немаловажен генетический статус, особенности популяции, которые также должны учитываться.

Численность популяции и тенденции ее развития (уязвимость), а также история породы, ее эволюционное происхождение, связь с другими породами.

Чистота породы и родственные связи внутри популяции.

И все же нельзя обойтись несколькими породами того или иного вида домашних животных на столь обширных и разнообразных эколого-климатических зонах нашей страны. Без разнообразия пород внутривидовой изменчивости невозможно представить будущее нашей селекции, создание новых групп, дающих качественные продукты питания, одежды и т. п.

Существующая у нас сеть генофондных хозяйств, реликтовых ферм, среди которых выделяются древнейший заповедник Европы «Аскания-Нова» и организованное в 1980 г. по инициативе Института цитологии и генетики СО РАН Алтайское экспериментальное хозяйство (Черга), должна стать базой для сохранения и накопления генофонда редких исчезающих пород. Должна, потому что без национальной программы по сохранению генетических ресурсов сельскохозяйственных животных, финансируемой государством, коммерческими структурами, частными лицами, без юридического закона об охране домашних животных проблеме сохранения не решить. На наш взгляд, давно пора создать Ассоциацию по защите и сохранению редких локальных пород, которая объединила бы разобщенные ныне научные коллективы, отдельных энтузиастов, стала бы ответственным юридическим лицом, гарантом сохранения генофонда домашних животных в нашей стране.

Хочется надеяться, что конкретным шагом в этом направлении может стать создание рубрики «Красная книга домашних животных» в журнале «Природа». Здесь знатоки пород могли бы поделиться своими наблюдениями, результатами исследований, сообщить интересные факты об уникальных представителях отечественного генофонда локальных пород. С одной стороны, тем самым они смогли бы популяризовать, в хорошем смысле этого слова, собственно этих прекрасных животных, с другой — привлечь внимание общественности к проблеме сохранения генетических ресурсов сельскохозяйственных животных. Нам хотелось бы уйти от укоренившегося в последнее время взгляда на этих животных лишь как на средство производства. Герои нашей статьи — это наши помощники, полноправные представители природы, ведущие свое начало от диких предков, это наши друзья, преданные человеку, наконец, сельскохозяйственные животные — достояние культуры и истории народов, и забывать об этом крайне неразумно.

Красотел пахучий

С. В. Воловник

Государственный педагогический институт
Мелитополь

ЗНАЧИТЕЛЬНУЮ часть насекомых, внесенных в разного рода Красные книги, составляют виды внешне яркие, заметные, легко узнаваемые. Но и среди них жук красотел пахучий (*Calosoma sycophanta*) из семейства жужелиц (*Carabidae*) смотрится как звезда первой величины. Он крупный (длина тела до 33 мм) и резко двуцветный: передняя часть туловища и низ густо-синие, вдоль надкрылий идут ряды ярко-золотистых

ямок, а сами надкрылья золотисто-зеленые, с сильным медно-красным блеском. Вооружившись лупой, можно увидеть, что промежутки между этими рядами ямок поперечно исчерчены и напоминают уложенную на крыше черепицу. Вид имеет несколько цветовых вариаций. В целом жук похож на сделанное со вкусом ювелирное украшение, и встреча с ним в природе запоминается надолго.

Когда такая встреча может произойти? Весной, когда солнце хорошо прогреет землю, красотел выбирается из почвы или лесной подстилки, где про-

спал всю зиму. Обычно первыми после зимней диапаузы появляются на поверхности земли самцы, через день-два — самки. Красотел хорошо летает (летающих красотелов регистрировали на высоте до 20 м)¹ и может мигрировать, особенно весной, на значительные расстояния.

¹ Doane C. C., Schaeffer P. W. // Ann. Entomol. Soc. Amer. 1971. V. 64. N 2. P. 528.

Красотел подаром так называется, он и, правда, красив.

Фото Ю. В. Кармышева

© Воловник С. В. Красотел пахучий.



Эти красавцы — заядлые охотники, их крупное тело требует усиленного питания. Добычу они обнаруживают, лишь коснувшись ее усиками². Наверное поэтому жук исключительно подвижен и целый день без устали сует по шероховатым стволам деревьев, ветвям и даже листьям, благодаря длинным лапкам с крупными, широко расставленными коготками.

Подобно другим представителям рода красотелов, этот вид приспособлен в основном к питанию гусеницами и куколками бабочек. Приходилось видеть и нападение жука на взрослых бабочек. Обычно это самки, занятые откладкой яиц, или спаривающиеся особи. А вообще-то красотел атакует любое небольшое животное, которое он может одолеть, в том числе и птенцов мелких воробьиных птиц. Охотно лакомится и волосатыми гусеницами, которыми брезгует даже большинство насекомоядных птиц. В лаборатории его можно просто кормить кусочками сырого мяса; его он, правда, начинает есть лишь после длительного голодания.

Охотится красотел открыто, и мне не раз доводилось наблюдать за его охотничьими повадками. Жук молниеносно хватается жертву острыми челюстями: гусеницу — обычно за среднюю часть спины, жуков — за «шею» (между головой и переднеспинкой, где покровы потоньше), насекомых с мягким брюшком — снизу. Случается, что, схватив крупную гусеницу, жук спускается с нею на землю (где, видимо, чувствует себя более уверенно) и здесь умерщвляет, преодолевая отчаянное сопротивление, за несколько секунд.

Красотелу нет необходимости отрывать от тела добычи куски и глотать их. Подобно ряду других беспозвоночных животных, он освоил своеобразную форму пищеварения — наружное. Прямо из кишечника он изливает богатую ферментами жидкость, которая переваривает пищу вне тела охотника. Ему остается лишь всосать ее. «Если во время трапезы его кто-нибудь побеспокоит, красотел с

яростью топчет ногами, кусается и пускает в ход все средства, чтобы отогнать врага»³. Если же враг слишком бесцеремонен и назойлив (это может быть лисица, еж, барсук), красотел выбрызгивает из брюшка немного едкой, резко пахнущей жидкости — смеси метакриловой и тглиновой кислот⁴. Впрочем, химическая защита мало помогает жуку от нападений птиц, обоняние которых заметно уступает их зрению; сороки, сойки могут и проглотить его.

После нескольких дней активного питания, жуки начинают спариваться. За сезон каждая самка обычно делает это несколько раз — мера против откладки неоплодотворенных яиц (всего их около сотни). Через четыре-семь дней вылупляются личинки, похожие на уплощенных червячков с усиками, шестью ногами и щетинками. Первоначально белые, они сидят в яйцевых колыбельках, пока покровы не станут прочными и блестяще-черными. После этого личинки выходят на поверхность почвы и отправляются на поиски еды.

Рацион их такой же, как у взрослых жуков. Правда, кормятся они не только днем, но и ночью, более активны в жаркую погоду и предпочитают (особенно в младших возрастах) иметь дело с куколками бабочек. Иногда у основания толстого дерева, под отставшей корой, где прячутся десятки куколок непарного шелкопряда, можно встретить целые скопления личинок красотела. Интересно, что они явно предпочитают поедать тех куколок, из которых должны были выйти самки⁵.

Личинка впивается в бок кукольного брюшка, делает подходящего диаметра отверстие и постепенно вгрызается внутрь, в мягкие ткани. Наконец, от добычи остается лишь пустая темно-коричневая шкурка с крупной дыркой неправильной формы. Даже недавно вылупившейся личинке жука вполне под силу одолеть крупную гусеницу. Она хватается ее снизу и ли

сбоку, а если жертва покрыта густыми волосками — между члениками. Понятно, что 5-миллиметровой крошке не съесть животное, шестеро длиннее и вдесятеро толще себя. Выедаетеся то, что подоступнее и повкуснее. Искалеченная добыча, естественно, обречена. В общем как взрослый жук, так и личинка вполне оправдывают немецкое название вида — *Puppenräuber* (*Puppe* — куколка, *Räuber* — разбойник, хищник).

Личинки красотелов, бывает, становятся жертвами своих же собратьев, причем это вовсе не обязательно результат отсутствия иной пищи⁶.

В отличие от взрослых жуков личинки красотелов не способны к перелетам за отсутствием крыльев, но не уступают им в дальности пеших переходов. В экспериментах личинка за три дня жизни преодолевала расстояние больше 2,7 км.

Следует сказать, что красотелы — отнюдь не единственные враги лесных гусениц. Заметные опустошения в их популяциях производят микроорганизмы — возбудители различных болезней. Красотелы же, как выяснилось в специальных исследованиях, несмотря на постоянное и тесное «общение» с гусеницами, их болезнями не заражаются. Более того, пройдя пищеварительный тракт хищника, споры по крайней мере некоторых паразитов сохраняют вирулентность, и жуки, таким образом, способствуют распространению болезней среди собственных жертв⁷.

Усиленное питание идет личинкам явно на пользу. Они растут, дважды линяют и в конце третьего возраста зарываются в землю. Здесь на глубине 15—25 см (всегда ниже уровня промерзания почвы) они устраивают себе камеру с уплотненными стенками и в ней превращаются в куколок. Примерно через две недели, в августе-сентябре, из них выходят молодые жуки, но на поверхности не появляются, а остаются зимовать в куколочной колыбельке.

³ Брэм А. Э. Жизнь животных. СПб., 1902. Т. 3. С. 171.

⁴ Барбье М. Введение в химическую экологию. М., 1978. С. 67.

⁵ Weseloh R. M. // Can. Entomol. 1988. V. 120. N 10. P. 873—880.

⁶ Gidaspow T. // Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 1959. V. 116. Art. 3. P. 329—343.

⁷ Weiser J. // Českoslov. Parasitol. 1955. N 2. S. 191—199.

² Крыжановский О. Л. // Энт. обозрение. 1962. Т. 41. Вып. 1. С. 163—181.

Хлопоты красотела по регуляции численности бабочек и других насекомых, питающихся растениями, не могли остаться незамеченными человеком. В наших лесах жук уничтожает гусениц и куколок тех видов, которые могут приносить немалый ущерб лесному хозяйству — непарного, кольчатого и походного шелкопрядов, златогузки, дубовой листовёртки, сосновой пяденицы, хохлаток, пилильщиков и др. В этом отношении пользу красотела трудно переоценить: за лето взрослый жук уничтожает 200—300 гусениц непарного шелкопряда, личинка — 40—50 гусениц и 15—20 куколок, а пара жуков вместе со своим потомством съедает их за сезон около 6 тыс. А ведь взрослые жуки могут жить два три года. Неоднократно отмечались случаи, когда в огромных, тысячектарных очагах массового размножения древесных вредителей появившиеся там красотелы полностью гасили вспышку их численности⁸.

Нет ничего удивительного в том, что с давних времен человек пытался направить бурную деятельность красотела в полезное для себя русло. Больше 300 лет назад Шведская Королевская академия объявила конкурс на лучшее решение того, «как можно извратить плодовые сады от гусениц». В одной из конкурсных работ развивались идеи, удивительные актуальность именно сейчас, — биологического подавления вредителей. В числе прочего автор рекомендовал использовать красотела пахучего, который «подобно волку среди овец, производит ужасные опустошения среди гусениц». Автор сообщал, что собственноручно собирал этих и других жукелиц в лесу и переносил их в сад. Подписи под статьей никому неведомого К. Н. Нелина (С. N. Nelin) едва ли ввела кого-либо в заблуждение: за псевдонимом стоял отец научной систематики К. Линней⁹.

Предложения великого шведа долго ждали своей реализации. В 1840 г. француз Буажиро успешно использовал красотела для уничтожения гу-

сениц непарного шелкопряда, грозившего полностью оголеть придорожные тополя в его деревне. Обо всем этом вспомнили лишь в конце прошлого века, когда в Америку из Европы была завезена эта бабочка и по несчастливой случайности попала в дикую природу. Здесь она вскоре стала гостем, который остается дольше, чем хотели бы хозяева. Не имея естественных врагов (они остались в Старом Свете), вредитель развернулся вовсю, уничтожая листву на тысячах акров леса, в садах, парках. Тогда из Европы, а позднее и из Японии стали доставлять партии хищников и паразитов шелкопряда. В тысячах сетчатых ящичков, которые везли корабли через Атлантику, сновали и красавцы красотелы. Только за первые шесть лет их было импортировано больше 4 тыс. Они внесли весомый вклад в подавление вредителя на американском континенте. Из 10 видов жукелиц, завезенных в 1907—1910 гг. из Европы в США, успешно прижились лишь два, в том числе и красотел.

Благодаря использованию красотела пахучего для защиты растений он и по сей день остается наиболее изученным из 120 видов, составляющих род *Calosoma*. Ему посвящено множество статей (некоторые я цитирую) и даже несколько монографий.

Справедливости ради следует отметить, что красотел не всегда радовал человека. Когда у нас делались первые попытки промышленно разводить китайского дубового шелкопряда, красотел оказался в числе жуков, которые уничтожали гусениц — производителей ценного шелка¹⁰.

Если судить по экземплярам, хранящимся в коллекциях крупных зоологических музеев, ареал красотела пахучего достаточно велик: вся Южная и Средняя Европа (до южных районов Англии и Швеции), северо-западная Африка, Турция, Иран, Кавказ, Молдова, Украина, Калининградская, Курская, Ульяновская области Рос-

сии, Башкортостан и далее на восток до Южного Урала, Западного Казахстана, гор Восточного Казахстана и юга Алтая. В горах Средней Азии он поднимается на высоту до 2000—2200 м. Всюду жук живет в широколиственных и сосновых лесах.

Высокие миграционные способности позволяют ему быстро заселять новые места. Когда в XIX в. в засушливых таврических степях немецкие колонисты заложили первые лесопосадки, не прошло и двух десятков лет, как в них появились неизвестный ранее на юге красотел¹¹. В прошлом отмечались даже массовое размножение и массовые миграции этого вида и в культурных биотопах, и даже в больших городах.

Красотел пахучий украшает природу Земли по крайней мере 2 млн. лет. Однако в последние десятилетия его численность во всех районах, затронутых деятельностью человека, снижается, в некоторых местах вид, видимо, исчез. Каковы причины этого? Главная — нарушение местообитаний, сокращение площади лесов. Чувствуют также, что жук очень чувствителен к пестицидам и массивные обработки ими лесов ведут к его гибели. К тому же броская внешность делает его желанным объектом коллекционирования.

В результате красотел пахучий оказался в «Красной книге СССР» (2-е изд., 1984), Кыргызстана, Молдовы, объявлен охраняемым в Болгарии, Польше, Чехо-Словакии, Германии, Великобритании. Охрана вида на заповедных территориях, переход к интегрированным системам защиты леса, прекращение вылова любителями, разведение в искусственных условиях для последующего выпуска в природу (а возможно, и для продажи коллекционерам) и расселения внутри ареала — вот основные меры, которые необходимы, чтобы сохранить красотела пахучего, несомненно украшающего нашу фауну, приносящего к тому же немалую практическую пользу.

⁸ Grison P. // Rev. Intern. Bois, 1956. V. 23. N 215. S. 85, 87.

⁹ Usinger R. L. // Ann. Rev. Entomol. 1964. V. 9. P. 6—7.

¹⁰ Аверин В. Г. // Зап. Харьк. с. х. ин-та. 1939. Т. 2. Вып. 1—2. С. 601—609.

¹¹ Келлер Ф. П. // Тр. Русск. энтомол. о-ва. 1865—1866. Т. 3. С. 15.

SSC: тревоги и надежды

И. Н. Арутюнян
Москва

АМЕРИКАНСКИЕ физики настойчиво двигаются по пути, ведущему их к заветной цели — осуществлению проекта SSC — (Superconducting Supercollider), сверхпроводящего суперколлайдера с энергией каждого из сталкивающихся протонных пучков 20 ТэВ.

Концептуальный проект этого «ускорительного монстра» был принят министерством энергетики США в 1986 г., через год одобрен президентом Р. Рейганом. В соревновании за право расположить на своей территории 85-километровый туннель новой установки, в котором будут размещены два кольца для протонных пучков, приняла участие 25 штатов. Победа досталась Техасу, где, если верить анекдотам, всегда имели склонность ко всему большому.

Сейчас в графстве Эллис штата Техас функционирует Лаборатория SSC, специально созданная для претворения в жизнь престижного проекта. В июне 1992 г. началось строительство линейного ускорителя — неперенного элемента любой крупной ускорительной установки. Размещены три из девяти предполагаемых контрактов на работы по сооружению кольцевого туннеля, которые должны быть завершены к концу 1996 г. Уже работает система для испытания выставленных в линию нескольких сверхпроводящих магнитов будущего коллайдера, размещившаяся в здании длиной 220 м в западной части территории SSC. Рядом с ним построена одна из 10 криогенных станций, которые будут охлаждать 8 тыс. сверхпроводящих магнитов SSC.

Интенсивно ведется подготовка будущих экспериментов.

Уже представлен и одобрен технический проект одного из двух запланированных детекторов. Исследовательская деятельность коллаборации SDC (Soleipoidal Detector Collaboration), в состав которой входят 900 физиков и инженеров, финансируется Лабораторией SSC и Комиссией Техасской национальной исследовательской лаборатории. Детектор должен быть готов к 1999 г., когда по плану уже будут функционировать встречные протонные пучки. Однако предстоит еще окончательно решить проблему финансирования его сооружения.

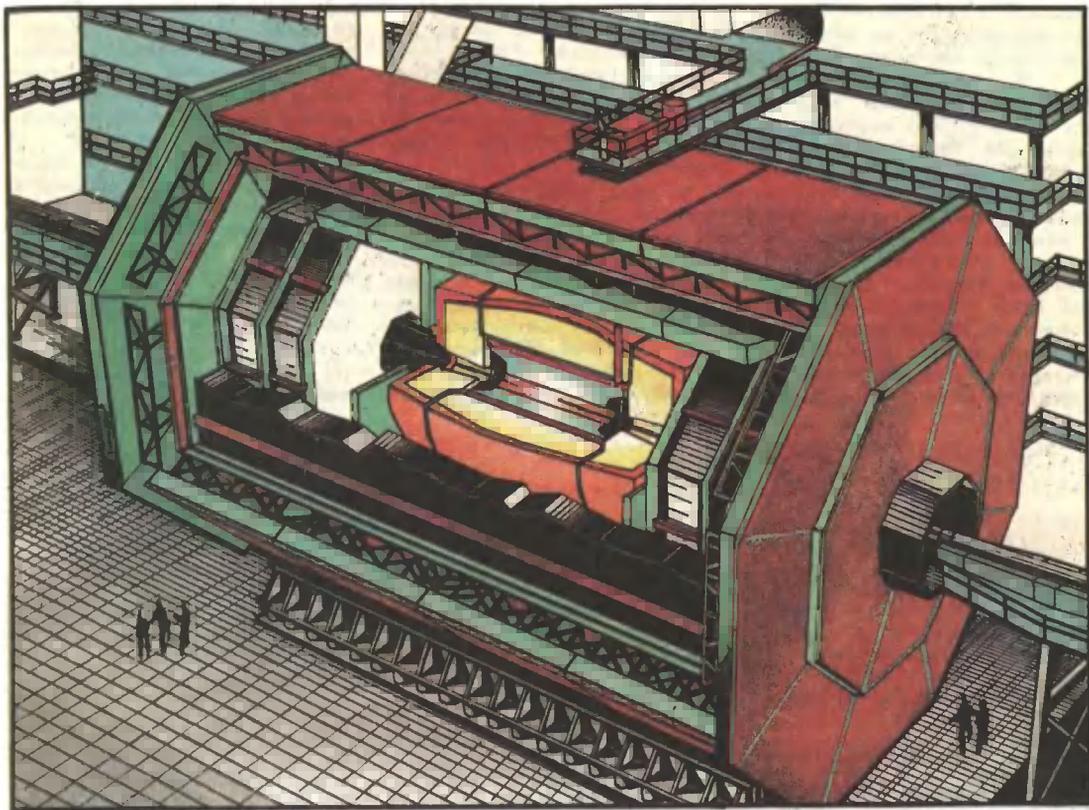
Вторая коллаборация GEM (Gamma, Electrons and Muons), которая сформировалась несколько позже и насчитывает 600 чел., тоже готова выйти со своим техническим проектом и горит желанием начать сборку гигантского сверхпроводящего магнита длиной 30 м и диаметром 17 м, чтобы детектор был готов к экспериментам к моменту пуска SSC.

Разработка и сооружение самого коллайдера и его исследовательских установок осу-

ществляется на базе широкого международного сотрудничества. Россия, к счастью, тоже не осталась в стороне. Ее высокий научный и технический потенциал пригодился американскому сверхускорителю. Так, существует соглашение об изготовлении и поставке Институтом ядерной физики СО РАН магнитов, корректирующих линз, элементов инжекции для бустера низких энергий, а также ВЧ-резонаторов для бустера средних энергий. Ведутся переговоры с НИИ электрофизической аппаратуры им. Д. В. Ефремова (Санкт-Петербург) относительно устройств защиты сверхпроводящих магнитов и источников питания для них и с Институтом физики вы-

Внутри 200-метрового здания, где в августе 1992 г. прошли первые успешные испытания выставленных в линию сверхпроводящих магнитов для SSC — пяти дипольных (длиной 17 м каждый) и одного квадрупольного при проектном значении тока 6500 А. Это очередной важный рубеж в реализации проекта сверхпроводящего суперколлайдера.





SDC для SSC. Таким представляла фантазия художника 40-метровый многоцелевой детектор SDC, спроектированный для исследований на будущем суперколлайдере.

соких энергий (Протвино) о поставке дюзаров, криогенных линий для транспортировки жидкого гелия и испытательных устройств для сверхпроводящих магнитов.

Лаборатория SSC поставила перед собой еще одну задачу, которую считает не менее важной, чем сооружение ускорителя, — служить целям просветительства и образования нации. Уже существует стратегический план, цель которого — разработка образовательных программ для школ, колледжей, университетов, создание учебного комплекса на территории лабораторий, выставки "Colliderium" и т. п. Этот комплекс мероприятий призван приблизить физику высоких энергий к

огромной массе учащейся молодежи и даже детям дошкольного возраста, продемонстрировав, насколько она увлекательна. Что ж, это столь же благородно, сколь и практично, ведь завершение проекта SSC рассчитано на конец XX в., так что активные исследования на нем будут вестись уже будущими поколениями. Такова логика современной физики высоких энергий — науки грандиозной по глубине решаемых задач и масштабности исследований, требующей в силу этого долгосрочного планирования. Наряду с этим столь грандиозный проект, как SSC, потребует для своего осуществления беспрецедентного по масштабам финансирования — около 10 млрд. долл. И вот как раз проблема финансирования на 1993 г. оказалась тем подводным камнем, на который проект SSC наткнулся прошлым летом и чуть было не начал тонуть.

Палата представителей конгресса США, пытаясь сбалан-

сировать бюджет страны, 232 голосами против 181 неожиданно отказала проекту SSC в сколь угодно серьезной финансовой поддержке. Такое решение было расценено как удар в спину всему мировому сообществу физиков. Реакция руководства Европейской организации ядерных исследований (ЦЕРН, Женева) была молниеносной и решительной. Оно заявило, что европейские физики «шокированы результатами голосования и надеются, что решение будет изменено, поскольку оно приведет к образованию опасного вакуума в важной области научных исследований». Несмотря на то, что между Европой и США идет жесткая конкуренция в области физики высоких энергий, научная солидарность в минуту опасности взяла верх. В заявлении ЦЕРНа говорится, что проекты адронного коллайдера LHC в ЦЕРНе и SSC в США взаимодополняют друг друга и замораживание работ по SSC неминуемо приведет к замедлению про-

гресса в наших знаниях о мире элементарных частиц и фундаментальных свойствах материи.

К счастью, по законам Соединенных Штатов, последнее слово в таких вопросах остается за сенатом, который 3 августа 1992 г. 62 голосами против 32 проголосовал за дальнейшее финансирование SSC. В немалой степени такому результату голосования способствовала позиция президента Дж. Буша, который посетил лабораторию SSC 30 июля 1992 г. «Я отстаивал и буду упорно отстаивать суперколлайдер», — заявил он в Техасе. Президент

был решителен и красноречив. Сравнив SSC с каравеллой Колумба, он сказал: «Теперь наша цель не в том, чтобы пересечь океан, а чтобы добраться до самого края Вселенной, увидеть рождение пространства и времени».

Итак, проект SSC уцелел. Решение сената не оспаривается. Что касается окончательных размеров финансирования, то они обсуждались, как это делается в подобных обстоятельствах, специальной согласительной комиссией. Последующее голосование в конгрессе определило сумму ассигнований на

1993 финансовый год в объеме 515 млн. долл.— на 130 млн. долл. меньше, чем первоначально запрашивалось, но более чем в 10 раз больше, чем выделила вначале палата представителей (34 млн. долл.).

Не исключено, что каравеллу физических колумбов ждут в океане познания штормы и рифы, но будет обидно, если она будет «потоплена» еще на стапелях верфи недалеким экономическим практицизмом политиков.

По материалам журнала «ЦЕРН курьер».

НОВЫЕ КНИГИ

Экономика. Океанология

Р. А. Крыжановский, Е. Н. Громов, Т. П. Галушкина. МОРСКАЯ ЭКОНОМИКА: СЕГОДНЯ И ЗАВТРА. М.: Наука, 1991. 160 с. Ц. 1 р. 90 к.

Изменение нашего общества вскрыло многие завуалированные ранее просчеты в морском природопользовании. Лишь сравнительно недавно мы заговорили о гибели Арала, перекрытии Кара-Богаз-Гола, строительстве Ленинградской дамбы и все усиливающимся загрязнении морских акваторий, прилегающих к лучшим для лечения и отдыха местам.

Авторы книги поставили своей целью в популярной форме рассказать об экономике морского природопользования, о том, как, осваивая морские богатства, его минеральные, химические, энергетические и прочие ресурсы, добывая из него растения и рыбу для еды, сохранить Мировой океан для будущего. С этой целью принят ряд международных конвенций и регламентирующих документов. Однако опасность дальнейшей деградации экосистем не становится меньше. Напротив, истощение многих видов континентальных ресурсов

предопределяет повышение роли океанических аналогов. Можно возлагать некоторые надежды на новые, более экономичные технологические схемы их освоения. Так, разрабатывается схема гидрометаллургической переработки конкреций на дне в замкнутом реакторе. Это был бы экологически чистый метод. А пока...

Книга рассказывает о конкурентоспособности морских ресурсов, морской специфике в экономических расчетах, о портово-промышленных комплексах, биопродуктивности океана в народнохозяйственном аспекте, о дальнейшей интенсификации разработок морской нефти. И о многом другом, что очень нужно и важно, если не заглядывать за горизонт.

Медицина

В. Б. Розе, Г. Д. Матарадзе, О. В. Смирнова, А. Н. Смирнов. ПОЛОВАЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВКА ФУНКЦИЙ ПЕЧЕНИ. М.: Медицина, 1991. 336 с. Ц. 5 р. 90 к.

В печени мужского и женского организмов множество процессов протекают по-разному. Иными словами, печень — дифференцированный

по полу орган. Доказано, что это касается по крайней мере 100 с лишним изученных ее функций, включая все основные направления ее деятельности как «метаболического мозга».

Используя данные литературы и результаты собственных исследований, авторы рассматривают общие закономерности половой дифференцировки функций печени: формы участия половых стероидов; особенности механизма включения гормонов общеметаболического действия и т. п.

В монографии показано влияние половой диморфизма печени на развитие некоторых заболеваний человека и различия в действии лекарственных веществ, токсинов и канцерогенов на женский и мужской организм. Представлена оригинальная концепция об участии печени в процессах репродукции и адаптации.

Буровое судно работает по программе «Атоллы и гайоты»

(143-й рейс «ДЖОЙДЕС Резолюшн»)

И. О. Мурдмаа,

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

М. К. Иванов,

кандидат геолого-минералогических наук
Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

НАЧАВШИЙСЯ 22 марта 1992 г. в Гонулулу (Гавайские о-ва) и завершившийся 19 мая 1992 г. приходом на атолл Маджуро (Маршалловы о-ва) 143-й рейс был первым из двух по программе «Атоллы и гайоты». Основная цель этой экспедиции бурового судна — изучение истории развития плосковершинных подводных грр (или гайотов) западной части Тихого океана. При этом предстояло решать ряд проблем, главные из которых:

история формирования вулканических оснований гайотов в ходе многократного ранне- и позднемелового внутриплитного вулканизма в пределах обширной структуры — супервала, возможно, связанного с продолжающейся и поныне вулканической активностью юго-восточной части Тихого океана;

горизонтальные и вертикальные тектонические движения, приведшие к дрейфу вулканических гор из Южного полушария к их современному положению в западной части Тихого океана и обусловившие их погружение с формированием на месте вулканических островов сначала атоллов, а затем гайотов;

парадокс «утопления»

карбонатных платформ и атоллов, скорость нарастания которых в результате жизнедеятельности рифостроящих организмов должна была быть на один-два порядка выше любых предполагаемых скоростей тектонического погружения или эвстатического подъема уровня океана;

эвстатические колебания уровня Мирового океана, отраженные в разрезах мелководных карбонатных отложений на вершинах гайотов;

биогеография рифостроящих и других мелководных бентосных организмов мелового периода.

Для исследований были выбраны гайоты из трех главных групп — Японской, Мид-Пацифик и Маршалловой. Предполагалось, что бурение на вершинах гайотов Аллисон и Хуэво, а также в шлейфе турбидитов (отложений мутьевых потоков) у подножия гайота Сильвания позволит проследить историю этих структур по продуктам размыва мелководных карбонатов и вулканитов. Дополнительно в программу рейса было включено техническое бурение в лагуне атолла Энвевек для отработки методики динамического позиционирования бурового судна в условиях мелководья и для испытаний новой модификации бурового инструмента.

На гайоте Аллисон (глубина океана 1440 м) в точке

865 пробурено три скважины (А, В, С). Точка расположена вблизи края вершинной поверхности гайота, на размытом склоне пологого купола, сложенного пелагическими карбонатными осадками кайнозоя. Вскрыто 139,7 м фораминиферо-наофоссиллиевых илов эоцена-палеоцена, с перерывом залегающих на размытой поверхности мелководных карбонатных пород раннемелового возраста (альб-апт). На контакте между пелагическими и мелководными карбонатами обнаружены древние коры выветривания. Мелководная часть разреза представлена в основном лагунными, а также, видимо, наземными фациями. До глубины 622 м это чистые высококарбонатные (98—100 % CaCO₃) биогенные известняки (ракушечные, водорослевые, губковые). Глубже появляется глинистая (сметитовая) составляющая в виде прослоев мергелей и известковистых глин, часто с большим содержанием органического вещества вплоть до образования сапропелевых и углистых горизонтов. Обычно они обогащены пиритом и содержат сульфаты (гипс, ангидрит). Одновременно развивается доломитизация (местами — до полного замещения первичного кальцита). Доля глинистого материала и доломита возрастает с глубиной. В основании разреза, на глубине 838 м вскры-

© Мурдмаа И. О., Иванов М. К. Буровое судно работает по программе «Атоллы и гайоты» (143-й рейс «ДЖОЙДЕС Резолюшн»).

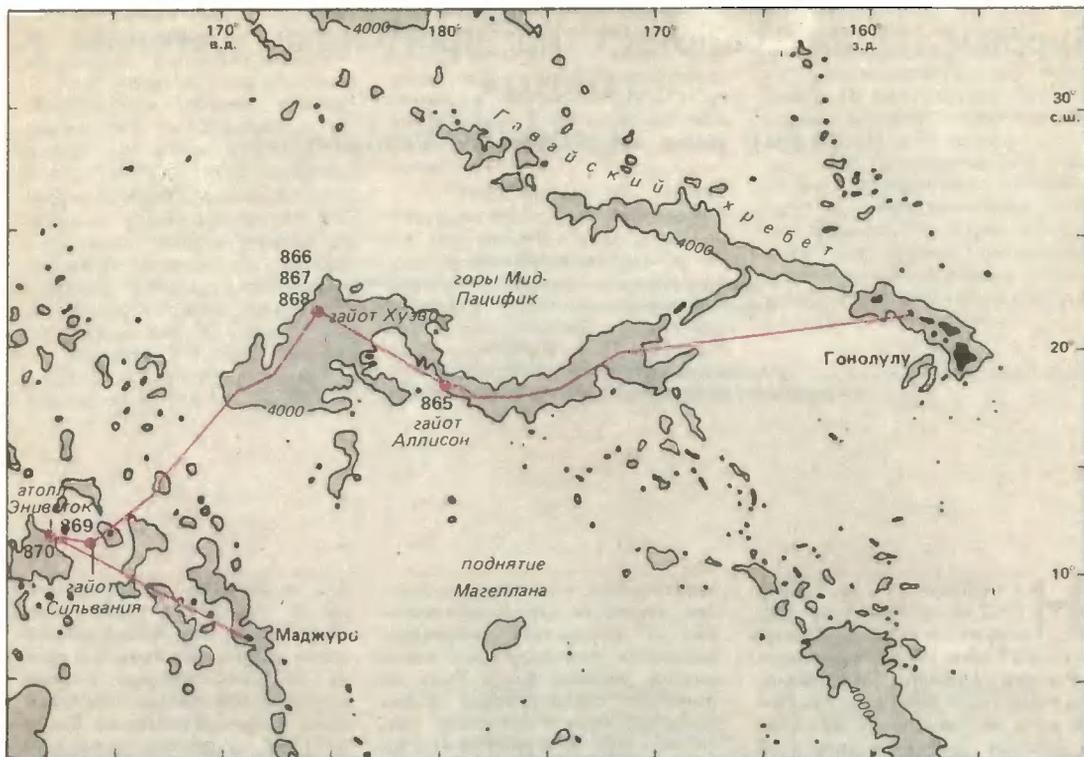


Схема маршрута 143-го рейса «ДЖОЙДЕС Резолюши» из порта Гонолулу в порт Маджурри и расположение точек бурения (изобата 4000 м оконтуривает подводные поднятия).

ты внедрившиеся в лагунные отложения силы долеритов, почти синхронные вулканизму.

На гайоте Хуэво (глубина океана 1370 м) пробурены четыре скважины (866 А, 866 В, 867 и 868). Основной объем бурения пришелся на расположенную в зоне развития зарифовых (лагунных) фаций св. 866 А, которая пройдена с неоднократным повторным вводом инструмента на глубину 1743,6 м от поверхности дна. Под тонким (23,5 м) слоем перемитых пелагических высококарбонатных фораминиферо-наноподсиловых илов возраста от позднего плиоцена до маастрихта залегает неожиданно мощная (около 1600 м) толща мелководных карбонатных отложений — биогенных и биогенно-хемогенных известняков; глуб-

же 917 м они частично или полностью доломитизированы, содержат глинистые, сильно обогащенные органикой (до 14 % C_{org}) прослойки — от тонких миллиметровых до толщиной в десятки сантиметров. В отличие от гайота Аллисон, где глинистая составляющая представлена смектитом, здесь преобладает гидрослюда.

На основе детального анализа эта мелководная карбонатная толща расчленена на стратиграфические горизонты, отражающие изменения фациальных условий, и прежде всего относительного стояния уровня моря и замкнутости лагунного бассейна. Выявлены фации открытой карбонатной платформы, замкнутой (вероятно, опресненной) лагуны, приливных и надприливных отmelей, а также субазральные коры выветривания и почвы. Особый интерес вызвали проявления карста в виде каверн и пустот с небольшими сталактитами и сталагмитами или тонкослойчатыми пещерными отложениями. Карст истолковывается как доказатель-

ство возвышения карбонатной платформы над уровнем моря в виде острова перед окончательным ее затоплением и превращением в гайот. На глубине 1620 м обнаружены эффузивные базальты с признаками субазрального выветривания.

Скважины 867 (76,9 м) и 868 (20,3 м) бурились на самом краю вершинной поверхности гайота с целью вскрыть краевой риф раннемелового атолла, существование которого предполагалось по сейсмическим данным. Однако типичные рифовые фации обнаружены не были. В разрезах обеих скважин преобладают ракушечные известняки. Имеются яркие признаки растворения, приспываемые карстовым явлениям. В скв. 867 фосфатные горизонты прослеживаются на глубину по меньшей мере 50 м, что заставляет пересмотреть прежние модели формирования фосфатсодержащих отложений на вершинах гайотов. Любопытно, что в скв. 868 — всего в 200 м от скв. 867 — в близких по воз-

расту и фациальной природе мелководных известняках фосфатизация отсутствует, зато наблюдается ожелезнение.

Скважину 869 (глубина океана 4800 м) бурили с намерением вскрыть карбонатные турбидиты — продукты размыва мелководных, предположительно позднемеловых отложений атолла, существовавшего на месте современного гайота. Однако задача эта не была решена: под глубоководными кремнисто-карбонатными пелагическими осадками кайнозоя (миоцен — палеоцен) и верхов позднего мела скважина вошла в толщу вулканокластических турбидитов, лишь в верхней части содержащих маломощные прослойки с мелководными карбонатами. По ним удалось зафиксировать сам факт размыва карбонатной платформы и ее примерный позднемеловый возраст, но никаких существенных сведений об истории развития и времени исчезновения атолла не получено. Скважиной вулканокластическая толща пройдена на глубину 579 м, и, судя по сейсмическим данным, она может продолжаться до базальтового фундамента океанской коры.

Полученные в рейсе данные позволяют сделать следующие предварительные выводы.

Подтверждены и подкреплены новыми фактами геодинамические схемы развития вулканических построек — основы гайотов Мид-Пацифик, возникших в барреме-апте в результате массового внутриплитного

вулканизма в Южном полушарии, в районе современных горячих точек — Маркизской, Пасхи и др., на огромном поднятии — супервале. Особый интерес представляет в этой связи скв. 866, в которой мелководные фации карбонатной платформы колоссальной мощности (1600 м) и подстилающие их (вероятно, субазральные) базальты опущены на глубину более 3 км от современного уровня океана. А это означает, что в момент возникновения вулканического острова глубина окружающего ложа океана была всего около 2 км, т. е. оно представляло собой поверхность массивного поднятия.

Уточнено время окончательной гибели атоллов данной группы и превращения их в гайоты (конец альба) и получены новые материалы для выяснения причин гибели. Наиболее важно здесь доказательство существования карстовых явлений, свидетельствующих, наряду с другими признаками, о поднятии карбонатных платформ выше уровня океана на рубеже раннего и позднего мела. Возможно, именно это привело к разрушению биоценозов карбонатной платформы, не успевших восстановиться при последующем быстром погружении.

С временем кардинальной перестройки фациальных обстановок на вершинах гор от карбонатных платформ к пелагическому карбонатонакопленнию (точнее, с длительными стратиграфическими перерывами, разделяющими эти две фа-

циальные системы) связано формирование железомарганцевых и фосфатсодержащих отложений. Возраст главной фазы их формирования — позднемеловой, хотя фосфатизация охватывает также позднемеловые — раннезоценовые пелагические осадки непосредственно над поверхностью перерыва. Установлено распространение фосфатизации в глубь мелководных карбонатных пород по меньшей мере до 62 м, что заставляет пересмотреть оценки масштабов фосфоритовых рудопроявлений на гайотах, а также ставит под сомнение ряд существующих гипотез их происхождения.

Установлено, что среди лагунных фаций аптского возраста довольно широко распространены прослойки пород, резко обогащенные органическим веществом.

Выявлена и детально изучена уникальная позднемеловая (сеноман — турон) толща вулканокластических турбидитов и гравелитов на ложе океана между гайотами и атоллами группы Маршалловых о-вов. Выяснено, что вторичные изменения этих пород (смектизация, цеолитизация) происходили после их отложения.

Наряду с этими, наиболее интересными для авторов этой публикации выводами были получены обширные новые данные и по многим другим проблемам как регионального, так и глобального характера.

Климат Средней Азии в последние тысячелетия

О. Н. СОЛОМИНА



Ольга Николаевна Соломина, кандидат географических наук, старший научный сотрудник Института географии РАН. Занимается историей климата и датированием ледниковых отложений. Участник многих гляциологических экспедиций в горах Кавказа, Тянь-Шаня, Алтая, Полярного Урала.

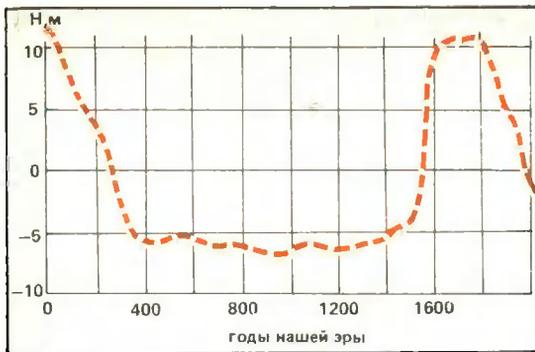
В ПЕРВОЙ половине XX в. появилось предположение об иссушении климата Средней Азии. Развернулась целая дискуссия на эту тему, в которой приняли участие едва ли не все крупные отечественные специалисты по аридным районам того времени: А. И. Воейков, Л. С. Берг, Г. В. Грум-Гржимайло, М. Е. Массон и др. В научное обращение был введен обширный материал, главным образом касающийся письменных и археологических источников, содержащих свидетельства о климате Средней Азии в последние тысячелетия. Были подвергнуты анализу и инструментальные наблюдения за климатом, которые к тому времени, однако, были еще слишком непродолжительными. Несмотря на безусловную плодотворность дискуссии, основной ее вопрос так и не был решен окончательно из-за недостатка данных.

В последние годы появилось значительное количество новых фактов об истории природы и климата этого огромного региона. При этом, если материалы первой половины века почти полностью относились к равнинам, то ныне собрана довольно обширная информация о горных территориях Средней Азии.

В этой статье обобщены свидетельства изменений климата и ландшафтов Тянь-Шаня и Памира, а также равнин Средней Азии за последние 2 тыс. лет. Сделано это не только для того, чтобы выделить основные, наиболее крупные этапы этих изменений, но и выяснить, одинаково ли менялись природные условия в горах и предгорьях. Очевидно, что все эти вопросы имеют не только ретроспективное, но и прогностическое значение, так как полученные данные могут быть использованы в качестве палеоаналогов возможных будущих изменений климата.

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ВЫСОКОГОРЬЯХ

Один из наиболее богатых и достоверных источников о климате высоко-



Колебания уровня оз. Иссык-Куль (по данным А. В. Шнитникова и др.). Нулевая отметка — современный уровень озера. Дважды за последние 2 тыс. лет уровень озера существенно поднимался, и оно становилось проточным.

горий Тянь-Шаня — данные о колебаниях озер, в основном собранные сотрудниками Института озероведения РАН во главе с известным географом А. В. Шнитниковым¹. Самое крупное из них — Иссык-Куль — в настоящее время бессточное, хотя некогда из него вытекала р. Чу. На берегах и дне озера существуют многочисленные следы его бывших более высоких и низких стояний, датированных разными способами. Кроме того, известно более 50 питьевых источников, в которых содержатся упоминания об Иссык-Куле.

За последние 2 тыс. лет уровень озера несколько раз значительно повышался и понижался. Лучше всего изучено средневековое понижение уровня озера. Известно, что на побережье Иссык-Куля, ниже современной береговой линии, прежде существовал ряд городов и поселений, достигших своего расцвета в X в., такие, например, как появившееся недавно на суше урочище Койсары (XIII—XVI вв.), Чолпон-Ата (IX—XV вв.). Значительная часть подводных находок (керамика, металлические орудия, монеты), относится к XI—XII вв., реже — к XV в. Низкий уровень озера около 700—500 лет назад подтверждается и многочисленными радиоуглеродными датировками погребенной древесины. Большая часть этих находок расположена на глубине 2—6 м. К этому же периоду относятся упоминания о существовании на озере островов, которых в настоящее время нет. Примерно в XVI в. начался подъем уровня, по крайней мере до современных отме-

ток, — селения по берегам были затоплены. Подъем уровня происходил, видимо, очень быстро. Не случайно существуют легенды об озере, излившемся из колодца и поглотившем город на побережье.

Первое указание на проточность озера, и значит, на высокое стояние его уровня относится к концу XVIII в. (карта Ислентьева 1777 г.), и до 1830-х годов источники почти «единодушны», свидетельствуя, что Чу вытекает из Иссык-Куля. Однако, первые русские географы, посетившие Тянь-Шань во второй половине XIX в., в частности П. П. Семенов — Тянь-Шанский, застали Чу вновь разобщенной с Иссык-Кулем.

Таким образом, можно считать установленным тот факт, что за последние 2 тыс. лет уровень оз. Иссык-Куль, по крайней мере однажды, в конце XVIII — начале XIX в. повышался; несомненно также и понижение его уровня в средние века. Размах колебаний уровня озера за последние 2 тыс. лет составил, как минимум, около 20 м.

Оз. Сонкель — второе по величине озеро Тянь-Шаня, расположено в одной из котловин внутреннего Тянь-Шаня на высоте 3016 м. Берега озера преимущественно плоские, в восточной части заболоченные. По р. Кёкджарты происходит сброс избыточных вод из озера. Судя по высоте озерных террас, уровень озера в многоводные эпохи повышался не более чем на 2—2,2 м, в маловодные периоды озеро теряло сток. В котловине озера А. В. Шнитников с коллегами изучили озерные отложения, содержащие органические прослойки с остатками водной растительности. Их посчитали индикаторами потепления, так как в холодных высокогорных водоемах эти слои характеризуют условия, благоприятные для живых организмов. Один из таких горизонтов имеет радиоуглеродную датировку 1540 ± 70 лет назад.

Оз. Чатыркель находится в плоской котловине между хребтами Атбиши и Туругарт на высоте 3530 м, в настоящее время бессточное. По данным Шнитникова и его коллег, в котловине озера обнаружены остатки погребенной водной растительности, аналогичные «теплым» горизонтам в котловине оз. Сонкель и датированные радиоуглеродным методом 580 ± 110 , 810 ± 80 , 1150 ± 80 лет назад.

Вопрос о климатических причинах колебаний озер крайне сложен. С определенностью можно говорить лишь о том, что по крайней мере последний крупный подъем их уровня XVI — начала XIX в. связан с увеличением количества осадков и понижением летних температур в высокогорьях Тянь-

¹ Озера Тянь-Шаня и их история. М., 1989.



Шаня. Об этом прежде всего свидетельствуют дендрохронологические данные. На их основе установлено, что период максимума трансгрессии совпал с повышением количества осадков холодного периода примерно в два раза по сравнению с современным, а летние температуры уменьшились на 1—2 °С.

С этими данными хорошо согласуются и датировки отложений, характерных для наступаний ледников, полученные лихенометрическим методом. Исследования нескольких сотен моренных гряд, расположенных в разных районах Тянь-Шаня, показывают, что практически во всех изученных долинах имеются следы наступления ледников XVII—XIX вв. Здесь обнаружены также небольшие фрагменты морен, которые предположительно относятся к первой трети нашего тысячелетия. Они частично перекрыты более поздними отложениями и поэтому не слишком надежно датированы. Более древние морены, видимо, образовались 2—3 тыс. лет назад, таким образом, в интервале 1—2 тыс. лет назад, следы достоверных наступаний ледников не обнаружены.

Спорово-пыльцевые данные А. П. Мельниковой по высокогорным торфяникам Прииссыккуля (высота более 3 тыс. м) показывают, что около 2,5—2 тыс. лет назад влажность климата в Прииссыккуле повысилась. Это время, по-видимому, соотносится с первым периодом

проточности Иссык-Куля в первых веках нашей эры и с древней генерацией морен. Палинологические анализы свидетельствуют также о засушливых условиях, которые безусловно соответствуют средневековому понижению уровня озер и отступанию ледников. Малый ледниковый период, согласно пыльцевым спектрам, был одним из самых холодных и влажных периодов за последние 8—9 тыс. лет.²

Изменения климата за последние 2 тыс. лет на Памиро-Алае изучены менее подробно. Однако и здесь имеются данные о наступаниях ледников в малом ледниковом периоде. Первые путешественники, проникшие на Памир во второй половине прошлого века, еще застали некоторые ледники в стадии наступания, а началось оно, судя по дендрохронологическим данным, в XV в.

Спорово-пыльцевые данные З. В. Аleshинской, А. П. Мельниковой, М. М. Пахомова и др. свидетельствуют о том, что климат последних 2 тыс. лет в горах Средней Азии был относительно холодным, однако, если на периферии Памиро-Алая и в Фанских горах похолодание сопровождалось иссушением климата, то на Тянь-Шане происходило, скорее, увеличение увлажненности.

² Мельникова А. П., Баков В. К. О деградации оледенения на Северном Тянь-Шане в голоцене // Матер. гляциологических исследований. Вып. 67. М., 1987. С. 91—97.

Занлийский Алатау. На переднем плане — тьянь-шаньская ель, по годичным кольцам которой восстанавливают климат прошлого.

Фото А. Ф. Глазовского

Ледники Тянь-Шаня. Их динамика во многом определяется климатическими условиями.

Фото О. С. Савоскула

Торфяники высокогорной зоны Тянь-Шаня, позволяющие реконструировать былую растительность.

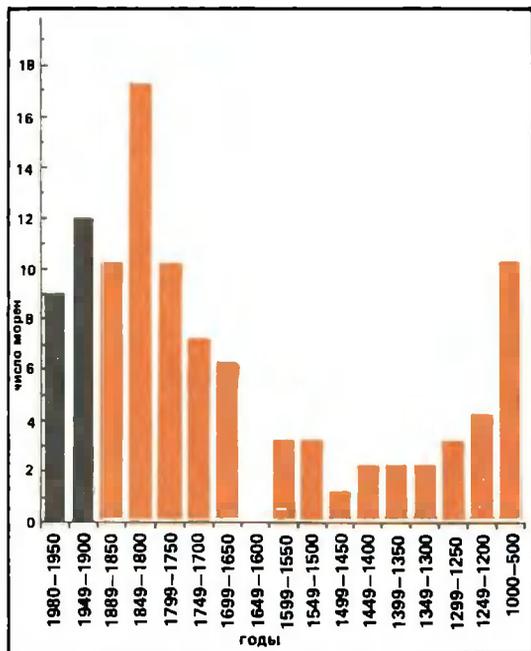
Фото О. Н. Соломиной



В ПРЕДГОРЬЯХ И НА РАВНИНАХ

Античные источники в общем рисуют картину равнинных ландшафтов Средней Азии, сходную с современной. Однако имеются свидетельства середины I тысячелетия до н. э. о более интенсивном заселении ныне пустынных и полупустынных территорий, что, по-видимому, было связано

с относительно более высокой их увлажненностью. Это многочисленные курганы и могильники в районе Устюрта и Мангышлака. Число археологических памятников более позднего времени (I в. до н. э. — VI в. н. э.) в этом районе резко сокращается, и обнаруживаются они лишь на старых караванных путях, в частности, вблизи западного побережья Арала и вдоль долины Узбоя.



Распределение морен на северном склоне хр. Теркской-Апатау во времени. Черные столбики — морены, сформировавшиеся в период отступления ледников, цветные — морены, оставленные наступавшими ледниками. Наибольшее количество морен наступания образовались во второй половине XVII—XIX вв., что свидетельствует о значительном похолодании в высокогорье в этот период.

Расцвет строительства (городища, башни, крепости, караван-сарай) на Устюрте и Мангышлаке относится к IX—XIV вв. В конце XIV в. после походов Тимура, а возможно, и по климатическим причинам жизнь в этих районах сосредотачивается лишь на территориях, близких к морю³. IX—XIV вв. — время наивысшего подъема Дахистана (юго-западная Туркмения), где существовала развитая земледельческая культура, причем благодаря системе каналов, берущих начало в Туркмено-Хорасанских горах, здесь возделывались влаголюбивые культуры (рис, овощи, виноград).

Есть и другие сведения о том, что к концу I тысячелетия в предгорьях Средней Азии установился более мягкий климат. Так, по сообщению Табари, в 730 г. в районе

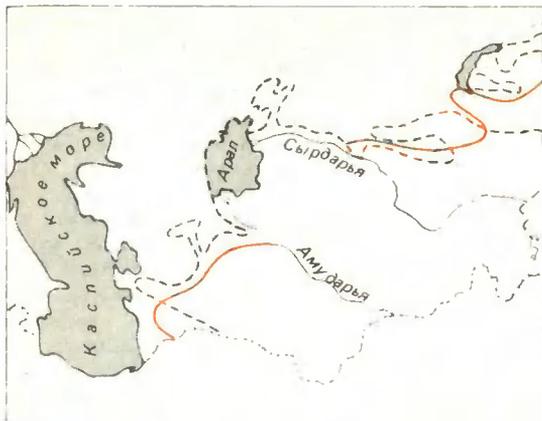
Агалыка (15 км к югу от современного Самарканда) на северных склонах гор существовали обширные леса. Судя по остаткам старых углеобжигающих печей, относящихся к раннему средневековью, нижняя граница арчи была ниже, чем теперь, а сама арча распространялась существенно шире. Показательны в этом отношении низкие цены на дрова в Хорезме в первой четверти XII в. Макдиси (X в.) сообщает о многочисленных виноградниках в долине Таласа (предгорья Тянь-Шаня), тогда как византийские источники VI в. указывали, что земля турок не производит виноградных лоз. В X в., который, судя по источникам, был самым теплым в раннем средневековье, в районе между Вахшем и Пянджем росли финиковые пальмы (Ибн Хаукаль), о большом количестве пальм в Джурджанской земле в X в. сообщает также Якуби. Есть сведения, хотя и вызывающие некоторые сомнения, что в районе Самарканда в X в. росли кипарисы, тогда как предпринятая в 1880-х годах попытка развести их не увенчалась успехом: они погибли через 20—25 лет в одну из холодных зим⁴.

Однако в источниках есть сведения и об относительно холодных зимах в этот теплый в целом период. В основном они указывают на установление раньше обычного ледового покрова на Амударье, на значительную толщину этого льда или на замерзание воды в реке в среднем ее течении. Такие сведения относятся к 885—886 гг., 921—922 гг., 1003 г., 1165 г., 1170 г., первой четверти XIII в. Кроме того, известно, что зимой 732/33 г. в Самарканде выпало очень много снега и он лежал почти весь год, это вызвало гибель многих полевых культур в полосе оазисов и страшный голод. Ранние морозы в Хорасане в 1010—1011 гг. также привели к голоду, так что правительство было вынуждено принять меры против людоедства. В 1217—1218 гг. из-за обильного снегопада хорезмшаху Мухаммеду пришлось прервать поход на Багдад.

Данные палеонтолого-стратиграфического изучения нескольких разрезов, расположенных в аридной зоне, позволяют связать эти разрозненные сведения в единую картину. Установлено, что в Закаспии в VII—XV вв. существовали условия, благоприятные для формирования торфяных

³ Варущенко С. И., Варущенко А. Н., Клига Р. К. Изменения режима Каспийского моря и бессточных водоемов в палеовремене. М., 1987.

⁴ Массон М. Е. О колебаниях климата Средней Азии в связи с вопросами об изменении режима вод за исторический период // Тр. Узбекского географического об-ва. Т. 2. Ташкент, 1948.



Положение северной границы пустынь (цветная линия) в VI—XIV вв. Восстановлено Т. А. Абрамовой и А. Н. Варущенко на основе комплекса археологических, геоморфологических, стратиграфических данных. В этот период северная граница пустынь располагалась примерно на 500 км южнее, чем нынешняя (пунктирная линия).

отложений (датировки торфа радиоуглеродным методом — 510 ± 40 , 860 ± 40 , 880 ± 24 , 1039 ± 100 , 1300 ± 50 лет назад). Горизонты, подстилающие и перекрывающие торф (алевроиты, глинисто-соляные корки), характерны для аридных обстановок. Споропыльцевой анализ показал, что в периоды торфонакопления в горах Мангыстау (Прикаспий) на фоне полупустынных ландшафтов появляются степные комплексы и местами даже древесные группировки с зелеными мхами и папоротниками. В этих же горизонтах найдена пыльца культурных злаков. В целом в средневековую эпоху происходил сдвиг границ мезофильной растительности к югу и отчасти к востоку.

При этом пустыни сменялись сухими степями или полупустынями. Согласно реконструкции, сделанной Т. А. Абрамовой и А. Н. Варущенко, в VI—XIV вв. среднегодовые температуры на равнинах Средней Азии и Казахстана были ниже современных на $0,5$ — $2,5^\circ\text{C}$, а количество годовых осадков — на 75 — 180 мм больше.

Вероятно, в XIV—XV вв. условия на равнинах Средней Азии начали меняться. Так, среди растений в садах Тимура и Тимуридов уже не упоминаются кипарисы, исчезнувшие по причине очень холодных зим, которые, согласно письменным источникам, отмечались в начале 30-х, середине 40-х, конце 80-х годов XIV в., начале XV в. Археологические данные свидетельствуют, что в XV в. туркменские кочевники ухо-

дят из центральных районов Мангышлака и сосредоточиваются лишь на побережье Каспия. Однако настоящая перестройка климата произошла, по-видимому, позже, в XVI в. В это время известен ряд очень холодных зим (1505, 1508 гг.); очевидно, уменьшилась и увлажненность. К середине XVI в. относится строительство большого числа пустынных цистерн (сардоба) для хранения воды. Есть сведения о том, что нехватка воды в Приаралье привела к необходимости существенно расширить ирригационную сеть. Представление об ирригации территории дает описание путешествия англичанина А. Дженкинсона, предпринятое им в 1558—1559 гг.: «От Мангышлака до Селизюра... на пути нет никаких обиталищ и большой недостаток в воде... Пройдя 20 дней по пустыне до самого берега моря, не видя ни городов, ни жилищ... мы не находили другой воды, кроме той, которую добывали в старинных глубоких колодцах, солонатовую или совсем соленую, а иногда дня по два, по три оставались без такой воды»⁵.

Примерно в этот период замирает жизнь и в Дахистане. Так, в г. Ахур в IX—XIV вв. было обжито от 28 до 48 поселений, а в XV—XVI вв. их остаются единицы.

По-видимому, малый ледниковый период (XVI—XIX вв.) в целом был менее благоприятен в климатическом отношении для жизни человека на равнинах всей Центральной Азии, как это можно было бы предполагать. По-видимому, он характеризовался ростом аридности территории. Так, по сведениям Г. Е. Грум-Гржимайло, в XVII в. увеличались размеры пустыни Гоби. В XVIII—XIX вв. многие степные районы Центральной Азии, по мнению Л. Н. Гумилева, стали пустынями. Исключение составлял непродолжительный период некоторого повышения увлажненности во второй половине XVIII в., когда отмечался высокий уровень Арала и Алакеля. На Мангышлаке жители в этот период начинают сеять зерновые и поливают их грунтовыми водами, расширяется орошаемое земледелие на Амударье. В это время отмечалась и аномально теплая погода. Известно, что в начале 1770-х годов реки в Бухарском ханстве не замерзали, а снег слоем всего в 3—4 см лежал не больше месяца. В конце 1770-х годов снег выпадал обильный, но скоро таял.

Однако уже к началу XIX в. относятся сведения о возвращении холодов и

⁵ Варущенко С. И., Варущенко А. Н., Клигел Р. К. Указ. соч. С. 102.



Высокогорное озеро Иссык-Куль.

Фото В. Н. Михайленко



Предгорья Тянь-Шаня.

Фото О. С. Савоскул

Пустыня Кызылкум.

Фото О. С. Савоскул

иссушении ландшафтов. Так, падает уровень Арала, Алакеля и Балхаша, пересохли русла многих примугоджарских рек. Судя по описаниям, в 1830-е годы в Приаралье господствовала растительность пустынь и полупустынь. Амударья в это время покрывалась на три-четыре недели таким толстым слоем льда, что по нему могли ходить караваны. Особенно сильный холод и ранние заморозки отмечались в Бухаре в 1842 г. Наиболее засушливый за последние полтора столетия период в Приаралье отмечался в конце 40-х и в 50-х годах XIX в. Об этом свидетельствует низкий уровень Арала, а также биогеографические данные. Напомним, что именно к первой половине XIX в. относится максимум наступления ледников и значительное похолодание в большинстве горных стран мира.

Имеются данные, которые говорят о том, что в последние 100—150 лет климатические условия в пустынных районах Средней Азии стали более благоприятными



для человека. По-видимому, этот процесс увеличения увлажненности ландшафтов начался в последней трети XIX в. Так, путешественник Н. Вомякин в 1873 г. прошел примерно маршрутом Дженкинсона и обнаружил около 110 колодцев, из которых 45 имели хорошую пресную воду. По данным Л. С. Берга, пески в пустынях Центральной и Средней Азии в первой половине XX в. активно закрепляются растительностью. В западной Туркмении в XX в. начинают зарастать такыры, выращиваются некоторые субтропические виды растений. Имеются также сведения о том, что самый южный в Казахстане Наурзумский бор наступает на окружающую степь. Не случайно, по-видимому, и то, что самый высокий уровень Арала за последние 200 лет приходится на период 1910—1960 гг.

Таким образом, на равнинах Средней Азии можно выделить относительно влажные периоды — это VIII—XIV вв., конец XIX—XX вв., а также засушливые — I в. до н. э. — IV в. н. э., XV в. — середина XIX в. На фоне всего голоцена последние 2—3 тыс. лет были здесь безусловно засушливыми. Значительно большей, по сравнению с современной, была увлажненность пустынь 8—3 тыс. лет назад, в эпоху так называемого льявканского плювиала, во время которого в юго-западных Кызылкумах существовали многочисленные поселения по берегам пресноводного озера, а в Приаралье господствовала полупустынная и степная растительность с «островками» лесов.

Итак, в горах (преимущественно на Тянь-Шане) и на равнинах Средней Азии выделяются примерно одни и те же хронологические рубежи климатических изменений, но сами эти изменения могут иметь разную направленность. Наиболее ярко это проявилось во время малого ледникового периода и средневекового оптимума. В XVI—XIX вв. на фоне общего похолодания в высокогорьях возрастала увлажненность, в то время как на пустынных равнинах становилось еще суше. Во время оптимума, напротив, на равнинах устанавливались относительно влажные, прохладные условия, а в горах было сухо и тепло.

Из этого можно сделать два важных вывода. Во-первых, при восстановлении климата прошлого и при его прогнозировании следует рассматривать отдельно высокогорную часть и предгорья. Во-вторых, если описанная модель верна, в случае общепланетарного потепления, вопреки ожиданиям, климат Средней Азии и на равнинах, и в горах станет более благоприятным для жизни человека, так как в верхнем ярусе гор станет теплее, а на равнинах повысится увлажненность. Вопрос о механизмах этого феномена ждет своего решения, которое тем более важно, что от него во многом зависит экономическая стратегия развития всего Среднеазиатского региона.

«Советская математика»: распад или интеграция?

(опыт анализа*)

Н. К. Никольский



Николай Капитонович Никольский, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией Санкт-Петербургского отделения Математического института им. В. А. Стеклова РАН, профессор Петербургского университета и Университета Бордо-1 (Франция). Специалист в области математического анализа, автор нескольких монографий и многих работ по спектральной теории операторов и комплексному анализу.

ЧАСТЬ II

ЗАВЕРШЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ СМС

1. «Зима», «оттепель» и новый подъем наук

Организационно советское математическое сообщество окончательно сложилось в течение двух десятилетий, последовавших за войной 1941—1945 гг. Эти десятилетия, однако, были совершенно различными по их влиянию и на математику, и на все общество в целом.

Первые 10 лет (возможно, впрочем, лишь до 1953 г.) — ледяная политическая «зима» с нарастанием идеологического, интеллектуального и физического (и всякого другого, словом, тотального) большевистского террора, время «лысенковщины», «космополитизма», «дела врачей» и институтов-тюрем («шарашек», так хорошо описанных Солженицыным), до которых, кажется, не успел додуматься даже Гитлер... Но это и время, когда наука становится непосредственной производительной силой: мировая научно-техническая революция просочилась и за «железный занавес», изначально в форме атомного проекта, пролившего, в частности, невиданные ранее материальные блага на головы ученых (в конце 40-х годов заработная плата ученых была многократно увеличена, раздавались дачи и т. д.). Несмотря на некоторые отрицательные побочные явления, связанные с этой экономической накачкой («средняк пошел в науку», говорили об одном из них, имея в виду неприятную параллель с известным «годом великого пере-

© Никольский Н. К. «Советская математика»: распад или интеграция?

* Начало статьи см. в «Природе» № 1 за 1993 г.

лома»), она все же заложила материальную основу новому подъему наук в СССР.

Последующие 10 лет (условно говоря, 1956—1966), которые обозначаются словом «оттепель», знаменуются не только существенным помягчением режима, но и экспоненциальным ростом научных работ (следовавших за суперэкспоненциальным ростом военно-промышленного комплекса) и тем самым количественным и (по-видимому) качественным ростом интеллигенции. Вот некоторые данные (о выданных дипломах) за эти годы, относящиеся, правда, только к АН СССР¹.

Период	Кандидаты наук	Доктора наук
1940 г.	1270	400
1946—1950 гг.	690	230
1951—1967 гг.	10 000	1600

Что касается математики и физики, то они по-прежнему составляли, кажется, единственную нишу, труднодоступную марксизму-ленинизму, и понимание этого обстоятельства распространялось все шире... Большому притоку талантливых молодых людей в математику в конце 50-х — начале 60-х годов способствовало, я уверен, и то обстоятельство, что еще не исчезла тогда небольшая когорта истинных учителей, ученых прежней, досоветской формации, живых носителей универсальной европейской научной и человеческой морали (скажем, таких математиков, как С. Н. Бернштейн, В. И. Смирнов, Г. М. Фихтенгольц и др.). Так или иначе, но на конец 50-х — начало 60-х годов падает, возможно, максимум интеллектуальной активности СМС, вызванный наложением математических поколений: еще в полной математической силе было самое старшее поколение (П. С. Александров, А. Н. Колмогоров, М. А. Лаврентьев, А. А. Марков, И. Г. Петровский и др.), в расцвете было творчество Н. Н. Боголюбова, И. М. Гельфанда, Л. В. Канторовича, М. Г. Крейна, П. С. Новикова, Л. С. Понтрягина и др., за ними шли О. А. Ладыженская, Ю. В. Линник, И. И. Пятецкий-Шапиро, И. Р. Шафаревич и др., а студентами-аспирантами уже были В. И. Арнольд, Ю. И. Манин, В. П. Маслов, С. П. Новиков, Л. Д. Фаддеев... Именно в эти годы окончательно сформировались



Годовая печатная продукция ЛОМИ (по данным годовых отчетов ЛОМИ, 1980—1991).

За уровень «0» принято 120 работ в год, по одной на каждого научного сотрудника ЛОМИ. Небольшие и случайные расхождения между числом работ, вышедших из печати, и новых, выполненных в текущем году, вполне естественны — публикуются не только работы, сделанные в текущем году, и время публикации (строге) положительно и случайно. Резкое расхождение линий в 1986—1989 гг. можно объяснить только тем, что новые работы стало делать трудно и для поддержания числа публикаций из «запасников» вынимаются ранее отложенные «заготовки». В 1990 г. — запас заготовок кончился..

несколько функционирующих² общественных институтов СМС, к числу которых следует отнести так называемые научные школы и достаточно содержательную систему математического образования.

Впрочем, была еще одна форма общественной математической жизни — это математические общества в отдельных крупных университетских центрах: Москве, Ленинграде, Харькове и некоторых других. Они, однако, были невелики по размерам (наибольшее, Московское, насчитывало до 500 членов, Ленинградское — порядка 150), финансово маломощны и не могли серьезно влиять на математическую жизнь. Это-то, по-видимому, и привело к тому, что общества как бы ускользнули от недремлющего ока партийного контроля и в условиях всеобщей политизации науки и монополизации «математической власти» в СССР оставались единственной более или менее демократической (но и малозаметной) формой математической жизни. В течение многих лет их основ-

¹ Комков Г. Д., Карпенко О. М., Левшин Б. В., Семенов Л. К. Академия наук СССР — штаб советской науки. М., 1968.

² Именно это было самым нетривиальным, ибо «забота партии» (о которой в народе говорили — «мертвая рука») начисто выхолащивала и более грандиозные начинания.

ным принципом оставалось «не привлекать внимания»³.

2. Школы — основные ячейки СМС

Научная, в частности математическая, школа — это коллектив ученых, объединенных общей проблематикой и, самое главное, общим «научным происхождением». Школа устроена как каноническая многоэтажная семья, в которой совместно проживают несколько поколений: в ней есть патриарх (или матриарх) — глава семьи, среднее поколение — основная движущая сила, их дети разных возрастов, дети этих детей и т. д.

По-видимому, родиной «школ» следует считать Германию с классическим Гёттингеном времен Гильберта. Но в послевоенной западной научной жизни, с ее мобильностью и контрактной системой, научные школы в названном выше смысле практически неизвестны. В СССР, напротив, эта форма организации науки широко распространялась. Не думаю, что причину этого нужно искать в склонности русского характера к патриархальным формам общественной жизни. Нет, физическая невозможность миграции (система прописки), географически неоднородное распределение жилья и продуктов питания (сносные условия существования поддерживались лишь в нескольких городах) и длительная (до достижения 30 лет) материальная зависимость молодых людей от родителей — вот, по-видимому, главные материальные основы широкого распространения «школ» в СССР. Люди просто были вынуждены оставаться там, где они учились, защитили диссертацию и т. д. Разумеется, очень важным оказался и «человеческий фактор» — в частности, огромная пионерская роль Н. Н. Лузина, создавшего в 20-е годы одну из самых мощных и самых известных школ — «Лузитанию»⁴.

Есть некая «критическая масса», с которой начинается образование новой математической школы: когда три-четыре молодых кандидата наук, продолжая заниматься направлением своего учителя, привлекают к этим занятиям первых своих студентов; шесть-восемь активно работающих рядом исследователей уже способны контролировать

целую область науки и при правильном выборе ключевых тем — диктовать моду в своей области математики. Система стандартов («интересно — неинтересно», «важно — второстепенно») в этой области определяется теперь дискуссиями внутри сформировавшейся группы, что оказывается новым сильным стимулом для привлечения талантливых студентов и аспирантов, остро чувствующих не только общую атмосферу напряженной интеллектуальной жизни «школы» и ее особый климат «передовой линии фронта», но и вполне прагматические ее преимущества — скажем, возможность быстро сделать работу, которая заведомо будет замечена, защитить диссертацию и т. д. Ежедневный обмен свежей информацией и возможность получить немедленную квалифицированную консультацию практически по любому вопросу существенно увеличивают эффективность усилий каждого сотрудника. Возникает «кумулятивный эффект», когда новые теоремы могут быть доказаны чуть ли не на заседаниях семинара, — обсуждение каждой технической детали кому-нибудь да «идет в строку»... Включение новых студентов и аспирантов в деятельность «школы» происходит быстро и безболезненно ввиду системы «коридорного образования»: чтобы узнать что-то или научиться чему-то, больше не нужно рыться в монографиях и журналах — есть живые носители этого знания или умения.

Таковы, вкратце, достоинства математических школ. Приводить примеры математических школ в бывшем СССР — почти то же, что перебирать всю географию от Минска до Новосибирска и от Ленинграда до Еревана и практически всех наших крупных математиков СССР, каждый из которых и является главой некоторой, часто очень известной, школы. Просто все СМС охвачено (было охвачено?) системой школ — больших и малых, знаменитых и не очень. Чтобы дать, однако, читателю вполне определенное представление, о чем все-таки идет речь, напомним лишь некоторые такие «школы»:

«Лузитания» конца 20-х годов (откуда и произошли, прямо или через поколение-два, почти все называемые ниже школы);

- школа А. Н. Колмогорова;
- семинар И. М. Гельфанда (грандиозное событие математики XX в.);
- топологическая школа П. С. Александрова (выросшая из кружка при «Лузитании»);
- алгебраическая школа А. Г. Куроша;
- семинар В. И. Смирнова;
- школа М. Г. Крейна.

³ Ермолаев А. С. Из истории С.-Петербургского и Петроградского математических обществ // Тр. С.-Петербургского математического общества. Т. 2. СПб., 1992.

⁴ Красочному описанию Лузитании посвящены статьи: Люстерник Л. А. // Успехи матем. наук. 1967. Вып. 22. № 1. С. 137—161; № 2. С. 199—239; № 4. С. 147—185; Колмогоров А. Н. Воспоминания о П. С. Александрове // Успехи матем. наук. 1986. Вып. 41. № 6. С. 187—203.

К ним относятся и многие другие, включая и новые поколения школ, как приобретающих ныне классическую известность (семинары В. И. Арнольда, Ю. И. Манина, В. П. Маслова, С. П. Новикова, Я. Г. Синая, Л. Д. Фаддеева), так и «просто» имеющих стабильно высокую международную репутацию. Этот «второй ряд» оказывается как бы конкурентной и питательной средой для первого.

Школы как форма организации науки имеют, конечно, и очевидные недостатки, продолжающие их достоинства: они не способствуют росту самостоятельности молодых ученых; сопротивляются существованию расширению (или смене) тематики; провоцируют известную узость технической базы своих членов (следующее поколение «школьников» умеет то, чему его научило предыдущее, склонное скорее совершенствовать уже освоенный аппарат, чем изобретать новый), а по достижении определенной «второй критической массы» приводят и к замусориванию проблематики второстепенными вопросами.

3. Система математического образования и научных степеней

Университеты, производящие основную часть профессиональных математиков в бывшем СССР, в последние 20—30 лет все больше опираются на сеть специализированных школ с усиленными курсами математики. Продолжает функционировать и инициированная еще в 30-е годы система математических кружков и олимпиад, также курируемая высшими учебными заведениями. В этих школах и кружках, как и в ведущих университетах страны, стратегия программ по математике состоит в том, что они нацелены, грубо говоря, на их усвоение верхней, лучшей третью учащихся — но, может быть, не всеми, как это — по крайней мере в идеале — имеет место, скажем, в США. Система специальных курсов и семинаров в университетах вплотную подводит студентов к самостоятельной профессиональной работе.

Сделаем здесь небольшое отступление общего характера. Стратегия «верхней трети» позволяет дать хорошее математическое образование сильным школьникам и студентам, но она нуждается и в согласованной с нею «гибкой» системе контроля знаний, закрывающей глаза на преобладающий средний (и особенно нижний) уровень знаний. Фактически такая система как бы заранее соглашается с тем, чтобы снабдить большинство выпускников «бумажками» об окончании университета, за которыми стоит не много знаний. Ныне действующая (конец

1991 г.) в пределах бывшего СССР концепция продолжает опираться на эту стратегию, сложившуюся при административно-командной организации общества. Когда (если) и образование в новых государствах, возникающих на территории СССР, будет включено в «рыночные» отношения, эту систему, как и систему контроля, придется решительно менять в сторону (так и хочется сказать — увы...) ее демократизации. Для объяснения этого «увы» заметим, что элитарный подход к поиску и воспитанию талантов находит понятный отклик среди профессионалов, ибо, пожалуй, так проще (и уж заведомо приятнее) производить себе смену, т. е. пополнять ряды профессионалов (будь то математиков или спортсменов).

Упомянутая демократизация образования на самом деле уже давно реализована в большинстве стран Запада. Она опирается на значительно более умеренные программы на первых двух-трех курсах университетов, но с резким нарастанием материала при приближении к порогу профессионализма. Да, в результате насильственного исторического эксперимента обе концепции («элитарная» и «демократическая») доказали свою примерную равносильность, но только в смысле воспроизводства клана профессионалов (математиков, раз уж о них идет речь). С более широкой точки зрения — как социальный институт общества — первая из них, конечно, не может вписаться в рамки демократических структур.

Вернемся, однако, к нашей системе математического образования, от которой во многом зависело процветание и само существование СМС. Следующая ступень подготовки математика-профессионала — аспирантура; жесткая необходимость защиты кандидатской диссертации «в срок» (в частности, подразумевающая, что аспирант к концу трехлетнего срока обучения имеет две-три работы, уже вышедших в свет в журналах хорошего, «рецензируемого» уровня) приводит к очень строгому отбору при приеме в аспирантуру. Фактически в ведущих университетах страны этот отбор происходит уже после 2-го — 3-го курсов, когда студент начинает посещать семинары какой-нибудь из «математических школ», описанных в предыдущем разделе.

Двухступенчатая система ученых степеней (кандидат — доктор наук) является, по-видимому, немецким изобретением. Но все ее потенциальные преимущества и стимулирующее влияние на научную жизнь были реализованы в России и затем в СССР. В частности, докторская диссертация — помимо ее официального, квалификационно-

го назначения — стала как бы публичным отчетом (и что еще важнее — самоотчетом) о работе, проделанной уже зрелым ученым за 5—10—15 лет (в зависимости от успешности этой работы). Высокие стандарты докторских диссертаций по математике, принятые в ведущих математических центрах СССР (Московских, Ленинградских, Харьковских, Новосибирских и других ученых советах) служили сильным стимулом к повышению квалификации, ибо только докторская степень давала математику (относительно) независимое положение — возможность занять профессорскую ставку, иметь аспирантов и т. д. Сама процедура защиты весьма внушительна: с обязательным участием двух-трех экспертов экстра-класса, приглашенной специально и произносящих речи перед сравнительно широкой аудиторией (в зависимости от случая — до 30—40 человек), и как правило, не только о вкладе диссертанта в математику, но и с некоторым ретро- и перспективным обзором целого математического направления. Слушание завершается тайным голосованием 15—20 членов Ученого совета. Получается, и часто очень впечатляющая (в основном я говорю об Ученом совете ПОМИ), комбинация специализированного научного семинара и междисциплинарного симпозиума с публичной инаугурацией нового члена высшей профессиональной математической лиги.

Все это приводит к тому, что «институт публичных защит диссертаций» не только не тормозит (как иногда пишут — правда, в основном представители нематематических наук), но оказывает серьезное стимулирующее влияние на развитие математики в стране.

В целом, несмотря на разрушительное влияние политических институтов (в частности, известные «перегибы» в работе ВАК), описанная комбинация высшей школы и двухступенчатой научной аттестации доказала свою эффективность.

4. Классовое давление

Итак, к началу 60-х годов советская математика, как уже было сказано, представляла собой довольно внушительную картину. Предпринимались, и до середины 60-х годов — небезуспешно, централизованные попытки как направлять развитие самого СМС, так и контролировать передовую линию по всему спектру математических наук. В частности, наметилась тенденция и к регулярному проведению Всесоюзных математических съездов (1956, 1961; в 1966 — как бы совмещенный с Международным конг-

рессом математиков в Москве) и Всесоюзных конференций по отдельным отраслям математики. Помимо чисто научного значения эти собрания имели и социальное: они профессионально объединяли, создавали ощущение общности — «одна математика — одна семья»...

Затем эти попытки были оставлены (кульминацией, видимо, был Всемирный математический конгресс). И даже формально СМС разделилось на две части (и в рамках АН, и в университетах): на «просто» математиков и прикладных математиков. Еще важнее было, так сказать, внутривидовое деление, размежевание ученых на активно поддерживающих установившийся режим и его институты и (пассивно) ему противостоящих. Реалии же СМС и вообще сообщества советских ученых состояли в общих чертах в следующем.

а) тотальная политизация научных учреждений АН и университетов: вся администрация, контролировавшая тогда каждый шаг ученого, — все зав. кафедрами, деканы, ректоры и т. д. — назначались парткоммами разных уровней, и разумеется, не столько за доказательство хороших теорем, создание научных школ или организаторские способности, сколько за необходимый «начальству» уровень конформизма; все научные премии присуждались (в конечном счете) партийными органами; и т. д. и т. п.; за определенное участие в дележе «социального пирога» (включая и такие привилегии, как возможность поездок за рубеж) ученые массами вступали в КПСС. Вот некоторая цифровая информация (по данным, приведенным в упомянутой книге Г. Д. Комкова и др.):

Период	«Коммунизация» АН СССР Процент членов КПСС среди сотрудников АН, имеющих ученые степени
До 1940 г.	20
В 1967 г.	43

Среди избранных в АН в 1966 г. 46 академиков и 78 членов-корреспондентов было соответственно 52 % и 62 % членов КПСС;

б) ненормальная, некомпетитивная система академических ценностей: например, пополнение АН СССР производилось в основном «общественно полезными» функционерами: декан, директор или ректор «должны» были быть членами АН, но, скажем, два из трех отечественных Филдсовских лауреатов (премии им. Дж. Ч. Филдса присуждаются Международным математическим союзом) так и не обременены никакими академическими отличиями;

в) удушающий монополизм, при котором очень узкая группа лиц, связанных административно, контролировала и экспертную математическую комиссию ВАК, и все центральные математические журналы, и математические издательства и т. д.;

г) повсеместный антисемитизм, поразивший практически все академические структуры и как навязчивый рефрен сопровождавший любой вопрос научной жизни.

В результате общий уровень исследований по математике в 70 — 80-х годах неуклонно снижался, попытки остаться математической «сверхдержавой» прекратились, а все математики довольно резко разделились на два класса:

первый — вовлеченные в (и активно использующие) установившуюся систему социально-научных ценностей (и потому «играющие в выборы» в АН, озабоченные продвижением своих учеников, получением премий и т. д.);

второй — все остальные — как бы *underground* — неформальные математики, отрезанные от поездок за рубеж (которые тогда уже начались), от «центральных» математических журналов, от других условий, необходимых для саморазвития и самореализации.

Конечно, были и счастливые исключения из этой безотрадной картины (скажем, С. П. Новиков, Л. Д. Фаддеев, некоторые другие), сочетавшие общественный темперамент и математическую силу со строго научными принципами их реализации. Иначе вместо математики мы давно имели бы просто руины, как мы имеем их в экономической и политической сферах, где протестирование всех действующих лиц и институтов давно превзошло все мыслимые пределы.

5. Начало агонии

Возможно, первым видимым издали знаком неблагополучия стал массовый выезд математиков в начале 70-х годов за границу и отношение к нему самого СМС. Среди многих других уезжали и крупные ученые, чье отсутствие создавало невосполнимые бреши в здании отечественной математики, — Б. Г. Мойшезон, Е. Б. Дынкин, М. Л. Громов, И. Ц. Гохберг, И. И. Пятецкий-Шапиро, Б. С. Митягин, Б. И. Коренблюм... Но никто не озолотился! Никто из лиц, отвечавших за развитие математики, не пытался это остановить, не пытался изменить обстановку в СМС так, чтобы если не предотвратить, то хотя бы минимизировать очевидный ущерб. Подчеркиваю, речь не идет о

сколько-нибудь активном противодействии существовавшему тогда режиму — это было бессмысленно для большинства, но лишь о недействии политике фактического вытеснения многих (в основном, еврейских) крупных математиков, их всяческого ущемления и ограничения, подталкивавшего к решению уехать. Увы, такой реакции не последовало совсем, или она исходила от лиц, чье влияние было мизерным.

Другим сигналом качественного изменения обстановки в СМС стало очевидное к тому времени ухудшение состава Отделения математики АН СССР. Собственно, наиболее резкий сдвиг произошел еще в 60-е годы (одни относят его к 1968 г., другие — к 1964 г.), а его общие причины можно было бы суммировать следующим образом: неизбрание многих явно «очевидных» кандидатов членами АН (так сложилось, что опять-таки это коснулось в основном математиков-евреев и тех, кто игнорировал официальный антисемитизм; что ж, приходится повторяться — рефрен, как и было сказано); клановость математической «верхушки» (также упомянутая выше): старая и быстро теряя профессиональную силу и авторитет, но сохраняя роль верховного жреца, она редуцировала свою активность к периодическому распределению академических кресел, превращая Академию в элементарную «кормушку»;

открытие специальных академических «зон пониженного уровня» (географических и, если так можно выразиться, сюжетных — Сибирское отделение, Дальневосточное, Уральское...; Отделение прикладной математики), куда, как некоторые выражаются, «брали всех».

С другой стороны, с середины 80-х годов постепенно разрушается монополизм на международные связи: если до начала 80-х командировка за границу была редким подарком истеблишмента, то с 1985 г. такие поездки стали регулярным явлением, зависящим лишь от профессионального рейтинга ученого. Одно из забавных следствий: «взгляд извне» сделал доступной широкому кругу математиков истинную оценку вклада в науку как иных «официальных авторитетов», так и *underground*'а.

По-видимому, говоря о «начале конца», уместно упомянуть и положение с математической литературой в стране, которое к этому времени стало катастрофическим. Впрочем, трудным это положение было во все годы советской власти — всегда на книги не хватало валюты... Объем средств для покупки за границей книг и журналов был установлен то ли в 1934 г., то ли в 1947 г.

и затем оставался на утвержденном уровне чуть ли не до конца 70-х годов (I), несмотря на рост цен. До войны в провинциальных научных центрах, таких, скажем, как Ростов или Одесса, абсолютно не было иностранной математической литературы, а, например, в Харькове поступало лишь то, чего можно было добиться безвалютным обменом издаваемых здесь «Записок Харьковского математического общества». В Москве и Ленинграде положение было существенно лучше, но я помню, что еще в начале 80-х годов самым тяжелым на заседаниях Библиотечного совета ЛОМИ всегда был драматический вопрос: какое издание Институт прекращает выписывать с будущего года (скажем, «Communications in Pure and Applied Mathematics» или «Inventiones Mathematicae»)?

В этой обстановке комплектование библиотек превратилось в особый вид искусства: нужно было помнить, от каких изданий и в какие годы и месяцы библиотека уже отказалась (чтобы при случае выменять недостающие журналы на какие-то другие издания или скопировать их на ксероксе с экземпляра какой-то другой библиотеки), вести бесконечные картотеки монографической литературы, которая остро необходима, но не может быть сейчас куплена (и классифицировать ее по степени этой остроты) и т. д. и т. п. Понятно, что такая работа могла осуществляться лишь большими энтузиастами, особенно если учесть, что заработная плата библиотекаря до недавнего времени составляла 100 руб. в месяц (160 руб. в 1991 г.). И точно таким же символом неблагополучия СМС, что упомянуты в начале этого раздела и отнесены там еще к началу 70-х годов, является уже совершенно свежая и драматическая история трави одного из немногих таких энтузиастов, З., закончившаяся его изгнанием из библиотеки (в 1991 г.) — по злонаравью одних и равнодушию других... Вот выдержки из его письма (май 1991 г.):

«...просматриваю издательские проспекты, каталоги, рекламу в журналах типа «Notices of the AMS» и т. п. Пишу карточки, составляю картотеку. Стараюсь учесть, кого данная книга могла бы заинтересовать (в ЛОМИ или вообще из знакомых мне математиков)... Не имея, однако, никаких прав, полномочий и т. п., мне было весьма не просто влиять на процесс комплектования. Тем более, что настоящего научного кураторства со стороны ученых все-таки не было... Однако все же удалось сделать не так уж и мало. Было

сломано по дороге немало совершенно диких стереотипов администрации вроде «AMS мы не берем», «Springer» добудем и так» (т. е. тоже не покупаем), «конференции брать не будем» (т. е. только монографии) и т. п. (...)

Через какое-то время я, уже по собственной инициативе, выявил основное ядро нашей иностранной периодики. Выяснилось, что были забыты некоторые важные журналы. Так, в Ленинграде на несколько лет исчезли, например, «L'Enseignement Mathématique», «Journal d'Analyse Mathématique», «Communications in Algebra», «Nonlinear Analysis», «Journal of Operator Theory» и многое другое... Составив валютную выписку журналов так, чтобы избежать дублирования с БАН СССР, мне удалось восстановить некоторые хорошо забытые журналы (как «L'Enseignement...», которого не было в городе 10 лет, или «Zeitschrift für Wahrscheinlichkeitstheorie», который за время отсутствия в БАН успел сменить название...) и совершить маленькую «революцию»: впервые (I) выписав те журналы, которых мы раньше не получали (например, «Complex variables», «Communications in P.D.E.», «Constructive Approximations»). За это я был нещадно бит администрацией библиотеки, которая никогда точно не понимала даже формально-организационных моментов комплектования...

...К своей «интеллектуальной победе» — временной, разумеется, — над администрацией я отношу и то, что мне удалось (постепенно, за счет мелких ухищрений и частных одолжений) убедить ее отойти от убойного правила, что ежели книга не издана в прошлом или этом году, ее никак нельзя покупать. Это оригинальное представление о строении научной литературы, которое насаждалось работниками отдела иностранного комплектования и воплощалось в запретительной практике, было принято администрацией как какой-нибудь закон Ньютона, его же не преидеши... В самые последние годы мне удалось — в борьбе, разумеется — кое-что подправить.

...Все это я делал, чтобы оправдать свое непонятное многим (да и мне отчасти) существование в библиотеке. Полагаю, что частично мне удалось это сделать... Прошу извинить за помарки и почерк, а также за то, что, по выра-

жению Паскаля, я написал «длинное письмо, потому что у меня не было времени написать короткое»... В сущности я был всегда очень одинок в своей библиотечной деятельности...»

Да, это весьма частная история, несопоставимая по своим масштабам с другими событиями, описываемыми в этой статье, но она буквально кричит об уже упомянутом глубококом неблагополучии в СМС: все те, кто по долгу службы должны пещься о его развитии (а теперь — и спасении), непосредственные интересы дела имеют в виду лишь «в-пятых»...

Как уже отмечалось, большим злом именно математического социума в нашей стране был (да, пожалуй, и остается) монополизм. Ни физические, ни химические науки не страдали им в такой степени. В Отделении математики АН СССР был один институт (МИАН), и очень быстро — сразу после войны — сложилось так, что одна и та же группа людей (20—30 человек) контролировала ВАК, РИСО АН, Национальный комитет математиков, редколлегии всех больших математических журналов, «выездную политику» АН. В итоге — оценка не только личностей, но и научных результатов стала зависеть от принадлежности к той или иной группе («миановцы», «тихоновцы» и т. д.), а провинциалам вообще практически не было места в этой «системе ценностей».

В такой обстановке состоялось известное постановление Политбюро ЦК КПСС от 13 ноября 1986 г. об ускоренном развитии математики в СССР. Почему математики, а, скажем, не лингвистики или астрономии? Одна из гипотез: в 80-е годы в ЦК укоренилась практика зеркального дублирования мер, принимаемых конгрессом США (не обошли бы!), а как раз за год-два до упомянутого постановления Конгресс с подачи известной «Комиссии Давида» (по имени ее председателя, Е. Е. Давида) решил дополнительно поддержать математические исследования, отрезанные от финансовой поддержки большого бизнеса и приоритетных правительственных программ. Постановление ЦК предусматривало среди прочего: резкое повышение стипендий студентам-математикам; увеличение закупок математической литературы за рубежом; строительство нового здания МИАН в Москве и Международного математического института (ММИ) в Ленинграде, открытие трех Домов творчества для математиков (под Москвой, под Киевом и Вильнюсом) и четырех новых всесоюзных математических журналов.

Кое-что из этой программы было при-

ведено в действие: стипендии студентам, деньги на книги, почти готовый ММИ им. Эйлера в Санкт-Петербурге. Но в целом, однако, программа быстро захлебнулась в политико-экономическом хаосе, разразившемся в это время в СССР.

Последовавшая гиперинфляция и острейшая нехватка основных предметов для поддержания жизни свела на нет остаток материальной устойчивости ученых (математиков в том числе). Начался массовый отток квалифицированных математиков (и физиков) из бывшего СССР.

Почему же не сработали все позитивные здоровые начала СМС, определяемые системой «математических школ», т. е. фактически — концентрацией усилий на актуальных направлениях и серьезной, несмотря на все свои недостатки, системой математического образования и ученых степеней, и т. д.? А потому, разумеется, что

6. Граничные условия сильнее уравнений

Да, по большому счету, это именно так, потому что кроме «уравнений», обеспечивших развитие СМС и определяемых, по существу интеллектуальным потенциалом страны, есть еще и «граничные условия»: математика в СССР существовала в условиях такого общества, которое, стоя на входе и выходе системы, ликвидирует все ее достоинства, а то и превращает их в пороки (скажем, «школы» — в кланы, и т. д.).

Теперь, за последний год, сложилась совершенно новая ситуация. Распались СССР и советское общество и вместе с ними распадается советская математика. Ведь для нормального существования математики нужны определенные условия: элементарное питание, возможность сосредоточиться, благосклонное отношение общества к этой далеко не всем понятной сфере культурной деятельности, словом — известная устойчивость жизни... В последнее время все это стремительно исчезло, и сейчас в пределах СНГ ничего этого нет...

Вырываясь из тисков личной и экономической несвободы и будучи не в состоянии профессионально функционировать в обстановке перманентного (и предсказываемого на годы) хаоса, математики вынуждены решать свои проблемы сами. Некоторые уходят из математики, другие уезжают из стран, образовавшихся на месте СССР. Уезжают в возрасте максимальной продуктивности (30—40 лет), сделав уже себе имя несколькими яркими работами, а следующее поколение ждет (а иногда и не ждет) только

этого момента — сделать имя и уехать. И «среднее звено», т. е. математики высокой квалификации, но без ярких достижений (как выразился В. Мильман, профессионалы с большой l^1 -нормой, но не очень большой l^∞ -нормой) тоже тянутся за ними... Ну, а «столпы»... они принадлежат уже мировой математике, без деления на общества и государства... Так, может быть, и остальные — тоже? И то, что происходит, это не распад, а интеграция обособленной «советской» математики в мировую? И от чего же нужно спасать «советскую» математику — от распада или от интеграции?

Убежден, в самое ближайшее время все, кто может уехать, — уедут (возможно и нужно надеяться — на время...). То советское математическое сообщество, что возникло за предшествующие десятилетия и так жестко было связано с окружающим его «советским обществом», обречено. Граничные условия сильнее уравнений, в том числе и новые граничные условия. В обстановке наступающей свободы ситуация близка к тому, что некому будет учить студентов, которые так охотно идут на физико-математические специальности, чувствуя, что в сложившейся ситуации это — лучший мост на Запад, лучший способ интеграции в мировую культуру. Но близится, возможно, и время, когда молодым людям в бывшем СССР откроются другие возможности употребить свои таланты — в культуре, экономике, банковском деле и т. д., и физико-математические науки (и вообще науки) утратят свой статус единственной «экологической ниши» для интеллектуалов, не желающих пачкаться в обще-

ственной жизни. И тогда, возможно, уже некого будет учить... Эти Цицлла и Харибда переходного периода могут прервать цепь математических поколений. Потом — как это уже было после катаклизма 1917—1920-х годов — в этой географической зоне будет другая математика, как и другое общество.

ЧТО ЖЕ МОЖНО СДЕЛАТЬ СЕЙЧАС?

1. Одно предостережение

Этот вопрос, конечно, самый трудный. Занятия математикой, как уже было сказано, требуют стабильности. Вместе с тем следует ясно понимать, что многие, если не все, завоевания советской математики, ее привлекательные черты, которые мы собираемся «спасать» (концентрация и система математических школ и как следствие — высокий уровень стандартов в математике и в математическом образовании, наконец, если угодно — самобытность самой математической ментальности русско-советской школы) — все это, в конечном счете, сложилось под давлением режима, и не в последнюю очередь — политики изоляционизма. Изоляция от (тлетворного, как было принято говорить) влияния западной культуры долгие годы была в СССР государственной политикой, которая, нанеся в целом огромный ущерб развитию науки, привела, однако, и к упомянутой (и вынужденной) самостоятельности советской математики. Эту изоляцию СМС хорошо иллюстрируют, например, данные о его мизерном участии в международных конгрессах, не пропорциональном вкладу в мировую математику.

Участие СМС в Международных математических конгрессах⁵

Время и место проведения	США	Страна, непосредственно предшествующая СССР	СССР	Страна, непосредственно следующая за СССР
1974, Ванкувер	1254	Япония (115)	66	Австралия (44)
1978, Хельсинки	612	Румыния (61)	58	Югославия (57)
1983, Варшава		Из-за военного положения в Польше очередной конгресс был отложен, а участие в нем стран Запада сильно редуцировано (США — 117, СССР — 283, Польша — 856).		
1986, Беркли	2324	Англия (94)	57	Италия (47)
1990, Киото	380	Франция (117)	105	ФРГ (97)

⁵ International Congress of Mathematicians // Dayly Bulletin. 1990. N 9. Результаты по остальным конгрессам (кроме 1966, Москва) еще хуже, и иначе как изоляцией такое положение назвать нельзя. Лишь с началом «перестройки» представительство СССР если и не стало еще соответствовать весу СМС в мировой математике, то хотя бы обрело «приличных» соседей по таблице.

Свободные отношения с Западом, выравнивание экономического положения в различных географических зонах бывшего СССР, отмена прописки и т. д. немедленно приведут (и уже приводят) к распылению таких гигантских объектов концентрации, как математические общества Москвы и Петербурга. Тем самым ностальгия по упомя-

нутым достоинствам СМС — это во многом ностальгия по уходящему режиму с его «стабильностью» и «самобытностью» (читай: ограничением личных свобод, «железным занавесом», изоляцией и т. д.), что в виде горькой гиперболы один известный математик заключил в афоризм: «Математикой всерьез можно заниматься только при тоталитаризме»... От себя добавлю: ну, коли так, то Бог с ней, с математикой...

2. Может ли СМС отделиться от СНГ

Идея бывших союзных республик спастись поодиночке, вероятно, может быть продолжена и на некоторые профессиональные общества страны. Планы такого рода напрашиваются из суммы условий и пожеланий, фактически уже изложенных выше:

а) мы не можем изменить «граничные условия» (т. е. «общество» — социально-экономическую среду), которые сильнее «уравнений»;

б) советская математика нуждается в подлинной интеграции в мировую математическую культуру, но как-то «компактно», без распыления своего своеобразия и своих (немалых) приобретений;

в) международное математическое сообщество заинтересовано именно в такой интеграции, и притом не меньше, чем мы сами.

Итак, речь не идет о сохранении советской математики как попытке некоей консервации структуры, сложившейся в иных исторических условиях (кстати, кое-где в бывшем СССР такие попытки все-таки предпринимаются, и, естественно, все теми же методами запретов, ограничения выездов и т. д.). Речь должна идти именно об интеграции, в частности о консолидации усилий ученых русской школы, работающих на Западе (временами или постоянно — неважно, какой они волны эмиграции) и остающихся в пределах страны. В любом случае — действовать следует быстро, ибо стремительно идет процесс размывания СМС, проблема как бы решается самотеком, но далеко не лучшим образом... Завтра, возможно, уже нечего будет спасать.

Кое-что уже делается, с этого и начнем.

1) Формулы деления. Речь идет о проектах, позволяющих математикам бывшего СССР делить время своей работы в некоторой пропорции (скажем, $6+6$, $8+4$ и т. д.) — часть года продолжать работать в своих родных институтах и университетах (если они останутся существовать), другую — стабильную и твердо оговоренную на три — пять лет вперед — в научных центрах Запада. Некоторым образом

такого рода деятельности является уже функционирующая французская программа по развитию научных связей и контактов с СССР и странами Восточной Европы: она финансируется CNRS и Министерством образования Франции и, по крайней мере в физико-математических науках, выглядит очень внушительно: уже десяткам людей она помогла провести или завершить свои исследования. Продолжая общую мысль, изложенную выше, заметим, что такие программы по сохранению советской математической школы будут тем эффективнее, чем больше будет концентрация «советских» ученых, одновременно работающих по программе в определенном научном центре Запада.

Если довести эту идею до ее логического конца, то возникает несколько фантастическое, но зато радикальное предложение.

2) Русский физико-математический центр (Университет) — в Страсбурге или Париже, Берлине или Цюрихе. Чтобы не терять сложившихся научных связей (т. е. не разрушать «школы») и привычной формы педагогической деятельности (в которой многие в России достигли немалого искусства), 50 русских («советских») и 50 западных профессоров в течение 5—10 лет учат по «нашим» методикам и программам русских и западных студентов, ведут научную работу, издают журналы и т. д., сохраняя своеобразие отечественной школы и предотвращая губительный перерыв в ряду математических поколений, естественно, работая при этом на своего «спонсора» — западное научное сообщество. (В скобках, еще один аргумент для спонсора: чем «покупать» солиста, который может и увянуть в непривычном окружении, не лучше ли потратить чуть больше и иметь ансамбль, уже доказавший свою сыгранность и способность к самовоспроизводству? Детали могут быть совсем другими, важна идея — дать возможность большой группе советских математиков работать сообща и в нормальных условиях стабильную, на несколько лет оговоренную часть года.) При всей кажущейся нереальности таких проектов известны, однако, и прецеденты: в 20-е годы существовали и Русский научный институт в Белграде, и Русский педагогический институт в Праге, и Русский народный университет в Париже, а совсем недавно, в наши дни, небольшой французский город Монпелье заключил бессрочный контракт с целым русским оркестром (оркестр Ю. Башмета). Неподалеку, в Испании, обосновался оркестр В. Спивакова «Виртуозы Москвы». Впрочем, похоже, есть на земле место,

где предлагаемая идея уже реализована — правда, исходя из совсем других соображений — это Израиль.

Да, такие планы требуют немалых денег. Но чем вкладывать миллиарды в мифические пока экономические структуры бывшего СССР, которые все равно имеют тенденцию к растворению, не лучше ли вложить меньше, но в хорошо видимую, контролируемую систему, каковой является фундаментальная наука?

3. На земле отечества: демократизация структур

Идея «спасения» СМС на земле отечества, мне кажется, не более реальна, чем уже изложенные, если учесть, что кризис, поразивший СССР, запрограммирован на годы и десятилетия, а реакция на него самих математиков вряд ли претерпит изменения (т. е. исход будет продолжаться, расплывая, как уже было сказано, остатки СМС). И точно так же нужны будут немалые деньги: чтобы дать математикам возможность просто существовать в условиях ужасной инфляции; на обязательные по теперешним временам технические средства; на покупку книг и журналов.

Для ускорения же интеграции СМС (или того, что от него осталось) в мировую математику, возможно, стоило бы затеять англоязычный журнал быстрых кратких сообщений, скажем, «Русские математические письма», а то и попросту перейти в отечественных журналах и монографической литературе на язык международного общения — английский. Создание международных математических центров в пределах СССР (труднообразимое, правда, в сегодняшних реалиях), таких как ММИ им. Эйлера в Санкт-Петербурге или математический факультет при Американском университете в Москве, также способствовало бы этой спасительной интеграции.

Ну а то, что ей мешает (и вообще, являлось тормозом для развития математики СССР уже многие годы) и в какой-то мере зависит от самого СМС (другие обстоятельства, вроде названных ранее «граничных условий», обсуждать бессмысленно) — это известная недемократичность структур, в которые по-прежнему включена математика страны (как и вообще вся наука). Математика в СНГ нуждается в «двух демократизациях» — финансировании и управлении, которые, как и всюду в мире, практически объединены: кто платит деньги, тот и заказывает музыку...

Разумеется, речь идет о распределении ролей в цепочке: институт (факультет) —

лаборатория или отдел (кафедра) — научный сотрудник (профессор), в которой сейчас первое звено распределяется всеми средствами и всеми кадровыми вопросами, второе — непосредственной организацией научной (а в университетах и учебной) работы и, в частности, несет ответственность за уровень развития определенной области математики, третье — эту работу выполняет. Ясно, однако, что для качественной творческой деятельности (каковой и должна быть математика) и особенно для создания и поддержания высокого научного уровня в целой области математики нужны и определенные права: специалист, который несет ответственность, и должен иметь возможность использовать деньги и рабочие места для обеспечения результата.

По-видимому, в этом вопросе также не следует «изобретать велосипед», как и в других российских проблемах: можно (хотя бы попробовать) поступить так, как делают во всех цивилизованных странах. Институт (факультет, университет) распределяет деньги по лабораториям и кафедрам, включая деньги на развитие, оборудование, командировки, приглашение ученых и т. д. и далее уже не вмешивается в способ их использования (а лаборатория или кафедра наделяет такими же независимыми фондами ведущих сотрудников и профессоров), оценивая лишь суммарную деятельность подразделения за три-четыре года. Уверен, такая реорганизация не только позволит более содержательно распоряжаться средствами и рабочими местами, но и приблизит научную структуру в СНГ к таковой в Европе и Америке, т. е. будет способствовать их взаимной интеграции.

ЭПИЛОГ

Почему же нужно спасать «советскую» математику, а скажем, не албанскую? Конечно, спасать нужно всех, кто в этом нуждается, ведь математики — одна семья... Но здесь, в этой статье, речь идет о «советской» математике, так как она мне ближе, и кроме того, представляется столь крупным явлением современной научной жизни и так явственно и быстро тонет, что в образовавшийся водоворот могут быть втянуты и другие научные сообщества, другие судьбы. От сохранения же и от целостной интеграции этого заметного и оригинального культурного феномена, каковым, без сомнения, и является СМС, выиграет все мировое — не только математическое — культурное сообщество.

Теория оболочек: феноменология и первые принципы в прикладной науке

И. В. Андрианов
Л. И. Маневич



Игорь Васильевич Андрианов, доктор физико-математических наук, профессор Днепропетровского инженерно-строительного института, член Американского математического общества. Область научных интересов — асимптотические методы, теория пластин и оболочек. Публиковался в «Природе».



Леонид Исаевич Маневич, доктор технических наук, заведующий сектором Института химической физики им. Н. Н. Семенова РАН, профессор Московского физико-технического института. Основные научные работы посвящены разработке и применению асимптотических методов, теории нелинейных колебаний и волн, физике и механике полимеров. Печатался в «Природе».

В ПРОЦЕССЕ своего развития каждый раздел науки испытывает воздействие как «внешних», так и внутренних факторов. Первые обычно связывают с запросами практики или других областей науки, вторые — с внутренней логикой развития самой теории, причем процесс их взаимодействия может быть достаточно сложным. Интересно проследить этот процесс на примере какого-либо конкретного раздела прикладной науки — именно потому, что здесь влияние внешних факторов должно быть доминирующим.

На самом деле ситуация оказывается далеко не столь однозначной. Как правило, внешние стимулы отчетливо проявляются в прикладной науке при необходимости решения возникающих практических задач, когда невозможно ждать результатов строгого теоретического анализа. В такой ситуации на первый план выходит «метод гипотез», составляющий основное содержание феноменологического подхода.

Но, с другой стороны, раньше или позже с неизбежностью вступают в действие внутренние стимулы, побуждающие исследователей искать пути обоснованного вывода соответствующих уравнений, как говорят, «из первых принципов». При этом первые принципы не являются однозначно определенными, существует их иерархия в соответствии с различными уровнями теории.

Речь, по существу, идет о двух взаимно дополняющих тенденциях: с одной стороны, непосредственное построение теории на основе принимаемых интуитивно или проверенных гипотез, с другой — попытки вывести ее из теории более высокого уровня. В ходе развития науки эти тенденции причудливым образом сочетаются либо сменяют друг друга, обнаруживая достаточно общие и поучительные закономерности. Их обсуждение и составляет основное содержание данной статьи.

При этом в качестве конкретного при-

мера прикладной науки мы выбрали теорию пластин и оболочек, имеющую многочисленные и важные приложения в авиационной и ракетной технике, кораблестроении и строительстве. В то же время в силу логики своего развития теория пластин и оболочек способствовала формированию общих идей и понятий современной математической физики. Но вначале — несколько слов об объекте нашего разговора.

Несложный эксперимент над тонким листом бумаги напомним нам, что бумагу значительно легче изогнуть и смять, чем растянуть. Дело в том, что жесткость такого листа на растяжение-сжатие значительно больше его изгибной жесткости. В теории тонких пластин и оболочек показано, что значение первой величины пропорционально толщине листа, а второй — кубу толщины, поэтому при малой толщине изгибная жесткость существенно меньше жесткости на растяжение-сжатие. Следовательно, задача конструктора, использующего тонкостенные элементы, заключается в том, чтобы заставить их работать в основном на растяжение-сжатие, а не на изгиб.

К сожалению, на практике полностью исключить изгибные (моментные) напряженные состояния, как правило, не удается. И тогда приходит на помощь важная особенность оболочки — способность локализовать моментные напряженные состояния. В то же время конструктор не должен забывать и о недостатках оболочек, являющихся продолжением их достоинств: вследствие тонкостенности реальной опасностью становится потеря устойчивости, которая нарушает работоспособность оболочки из-за больших деформаций и искажения ее формы.

Первоначально возможности широкого применения оболочек были ограничены как технологией, так и отсутствием надежных методов предсказания их поведения. Сделать такое предсказание в рамках теории упругости — задача чаще всего безнадежная. В то же время интуитивно понятно, что пластинку и оболочку можно рассматривать как двумерные объекты, наделенные в отличие от геометрической поверхности конечной жесткостью. Однако развитие двумерной теории шло по извилистому пути.

Можно вспомнить слова одного из создателей теории оболочек А. Лява: «Большинство людей, благодаря исследованиям которых зародилась и сформировалась тео-

рия упругости, интересовались скорее натуральной философией, чем материальным прогрессом, стремились скорее познать мир, чем сделать его более удобным. Даже в таких проблемах технического характера, как теория стержней и пластинок, внимание было сосредоточено скорее на теоретической, чем на практической стороне этих вопросов. Тот факт, что косвенным результатом исследований, которые велись в таком духе, явились значительные успехи в приложениях, имеет немаловажное значение»¹.

Для тонких оболочек общая схема построения и анализа теории могла бы выглядеть так. Вначале из соотношений физики твердого тела выводится континуальная теория упругости. Затем на основе трехмерной теории упругости строится двумерная теория оболочек. И, наконец, в рамках теории оболочек, остающейся в общем случае достаточно сложной, выводятся приближенные теории, позволяющие решать конкретные задачи. Однако каждый из выделенных этапов связан с преодолением весьма существенных математических и (или) физических трудностей, и развитие теории оболочек на самом деле не следовало указанной идеальной схеме. При ретроспективном анализе разобраться в этом процессе позволяет асимптотический подход². В нашем случае его плодотворность связана с наличием в теории тонких пластин и оболочек естественности малого параметра, каковым является отношение толщины к другому характерному параметру (например, для цилиндрической оболочки — к радиусу поперечного сечения). Именно малость этого отношения определяет в конечном счете специфику тонких упругих тел — прежде всего наличие пограничных слоев и краевых эффектов. И, будучи серьезным препятствием при использовании численных методов, эта малость обеспечивает в то же время высокую эффективность асимптотического подхода, предполагающего анализ поведения тонкой оболочки (пластины) при стремлении малого параметра к нулю.

Интерес к теории деформируемых поверхностей возник в начале XIX в. в связи с экспериментами Э. Хладни, который изучал

¹ Ляв А. Математическая теория упругости. М.—Л., 1935.

² Андрианов И. В., Маневич Л. И. Две ипостаси асимптотики // Природа. 1987. № 4. С. 85—97; О н и ж е. Асимптотические методы и физические теории. М., 1989.

фигуры, образуемые песком на стеклянной пластинке. Если по краю последней проводить смывком, то при этом визуализируются пространственные формы изгибных колебаний пластинки.

Насущная необходимость быстрейшего объяснения результатов этих экспериментов обусловила феноменологический характер первых теоретических работ. Я. Бернулли (младший), рассматривая пластинку как систему перекрестных балок, получил уравнение изгибных колебаний, позволяющее качественно объяснить эксперименты Хладни, однако не учитывающее взаимодействие балок при кручении. Естественный следующий шаг, связанный с учетом этого фактора, — исходная пластинка рассматривается как поверхность, наделенная заданными свойствами («оснащением»). Такие поверхности в настоящее время называются поверхностями Коссера или оснащенными поверхностями.

Выбор оснащения (жесткостей пластинки, зависящих в действительности от материала и геометрических свойств трехмерного тонкого тела, каковым является пластинка) позволяет получить конкретную двумерную теорию. По этому пути пошли Л. Эйлер, Ж. Лагранж и С. Жермен. Это — чисто геометрический и принципиально феноменологический подход к построению теории пластин и оболочек. Если ограничиться таким уровнем рассмотрения, то свойства оснащения (в данном случае жесткости на изгиб и кручение) должны определяться на основе специальных экспериментов. Но внутренняя логика подсказывает ученым направлять усилия на вывод феноменологических уравнений из первых принципов, при этом одновременно решается и задача определения свойств оснащения.

С. Пуассон и Л. Навье в качестве первых принципов выбрали соотношения молекулярной теории (еще не существовавшей тогда), опираясь на берущее начало у Ньютона убеждение, что свойство упругости может быть объяснено с точки зрения сил притяжения и отталкивания, действующих между мельчайшими частичками тел. Однако физика в то время еще не была готова к детальному рассмотрению явлений на таком уровне³.

С другой стороны, А. Коши и С. Пуассон пытались построить теорию пластин, исходя из трехмерной теории упругости, которая незадолго до этого была впервые сформулирована на основе гипотез, т. е. являлась феноменологической теорией, но представляла собой систему первых принципов для вывода теории пластин. Коши и Пуассон сводили трехмерные уравнения теории упругости к двумерным, раскладывая искомые компоненты перемещений и напряжений по возрастающим степеням толщины. Однако здесь возникали трудности уже математического характера, и после справедливой критики Б. Сен-Венана и Г. Кирхгофа этот метод был надолго забыт. На источнике этих трудностей мы остановимся ниже.

Как стало теперь ясно, шансы на успех первоначально имел лишь феноменологический подход в рамках трехмерной теории упругости. Именно таким образом первую удовлетворительную теорию изгиба пластин построил Г. Кирхгоф, опираясь на следующую систему гипотез:

прямолинейные волокна, перпендикулярные к срединной поверхности пластины до деформации, остаются после деформации прямолинейными и перпендикулярными к изогнутой поверхности, сохраняя при этом свою длину;

отсутствует взаимодействие слоев пластинки, параллельных срединной поверхности, в нормальном к слоям направлении.

В дальнейшем А. Ляв обобщил эти гипотезы на изогнутые поверхности и построил основные соотношения теории оболочек.

Отметим, что вывод уравнений Кирхгофа — Лява из уравнений теории упругости (т. е. реализация внутренней логики развития теории оболочек) стал возможным лишь в 60—70-е годы нашего столетия, т. е. почти через 100 лет после их феноменологического построения⁴.

Итак, при выводе основных соотношений теории пластин и оболочек четко обозначились четыре подхода:

вывод непосредственно из соотношений молекулярной теории (в этом случае будем говорить об использовании первых принципов первого уровня);

построение соотношений теории обо-

³ Интересно, что уже в наше время подобный подход (естественно, на более высоком уровне) получил развитие в теории тонких пленок, состоящих из одного или нескольких молекулярных слоев. По самой своей сути это — физические объекты, описание которых методами механики трехмерных сплошных сред принципиально невозможно.

⁴ Гольденвейзер А. Л. Теория упругих тонких оболочек. М., 1976.

лочек из уравнений трехмерной теории упругости (вывод из первых принципов второго уровня);

непосредственное построение соответствующих двумерных теорий как теорий оснащенных поверхностями (феноменология первого уровня);

использование системы гипотез в рамках трехмерной теории упругости (феноменология второго уровня).

Единообразная интерпретация всех этих подходов становится возможной в рамках асимптотической методологии. Так, вывод теории пластин (оболочек) из первых принципов обоих уровней могут быть естественным образом реализованы при асимптотическом анализе, включающем процедуру усреднения в том или ином виде (о связи этой процедуры с асимптотикой см. указанные выше работы авторов статьи).

В первом случае усреднение выполняется на масштабах, существенно превышающих расстояния между молекулами (атомами) и позволяет «континуализировать» исходную двумерную систему; такой подход логически оправдан для двумерных молекулярных слоев. Во втором случае усреднение проводится по толщине и сводит тем самым исходную трехмерную систему к двумерной. При этом оказывается, что феноменологические теории суть угаданные асимптотики. Например, гипотезы Кирхгофа — Лява соответствуют первому приближению при выводе теории пластин (оболочек) из соотношений трехмерной теории упругости.

В то же время вывод из первых принципов позволяет выявить эффекты, о которых не может идти речь при феноменологических подходах. Так, континуальная двумерная теория не способна корректно описать распределение деформаций, существенно изменяющееся на расстояниях порядка межатомных. Точно так же на расстояниях порядка толщины оболочки от ее края нельзя рассматривать оболочку как двумерную поверхность. Но при выводе из первых принципов наряду с «угаданными» асимптотиками возникают дополнительные уравнения, как раз и учитывающие локализованные вблизи границы и весьма быстро изменяющиеся состояния (пограничные слои, высококачественные колебания). Невозможность разделения полного напряженно-деформированного состояния на «внутреннее» и «пограничный слой» при использовании формальных разложений по толщине в уравнениях трехмерной теории упругости фактически и предопределила неудачу попытки, предпринятой Пуассоном и Навье.

Задачи теории оболочек представляются достаточно сложными даже в настоящее время, когда большая часть из них может быть решена на ЭВМ численными методами. Насколько же сложными они должны были казаться в XIX в.!

Подходы, применяемые при решении таких задач, условно можно разделить на математический и физический. Первый привел к точным методам либо строго обоснованным приближенным подходам (например, вариационным), не связанным с дальнейшим использованием малых параметров. Второй основывался на принципе соразмерности точности теории и методов ее анализа и попытке снова использовать малые параметры системы. Возникла, однако, та же ситуация, что и при выводе соотношений теории оболочек из трехмерной теории упругости — уровень математики не позволял в сколь-нибудь нетривиальных случаях делать вполне строгие выводы, и была использована феноменология.

Поскольку соотношения теории оболочек в таком контексте можно считать первыми принципами (третьего уровня), соответствующую феноменологию назовем феноменологией третьего уровня. В каком-то смысле апогея эта феноменология достигла в работах В. З. Власова, построившего целую систему приближенных теорий, практическое значение которых не исчерпано и в настоящее время. Однако начиная еще с работ Рэлея возник вопрос о возможности обоснования гипотез и вывода их из общих уравнений, и вот здесь-то в полной мере и проявилась мощь асимптотической методологии.

С этой точки зрения чрезвычайно поучительна дискуссия Рэлея и Лява, касающаяся колебаний цилиндрической оболочки, итог которой подвел сам Ляв: «Рэлей из физических соображений пришел к заключению, что средняя поверхность колеблющейся оболочки не испытывает растяжения; в соответствии с этим условием он определил характер смещения точек средней поверхности. Прямое применение метода Кирхгофа привело к уравнениям движения и граничным условиям, которые нелегко согласовать с теорией Рэлея. Последующие исследования показали, что деформация растяжения может иметь место лишь в узкой области вблизи краев, причем здесь она может быть подобрана так, чтобы соблюдение граничных условий было обеспечено; в то же время большая часть оболочки будет колебаться согласно теории Рэлея».

Разумеется, Рэлей прекрасно понимал приближенность своего подхода, но его в данном случае интересовал прежде всего результат. Сравнение же приближенного решения с экспериментальными данными подтверждало достаточно высокую точность его подхода.

Ляв подходил к этой задаче с другой точки зрения. Рассмотрев оболочку общей геометрической формы и построив на основе обобщенных гипотез Кирхгофа исходные уравнения и граничные условия, он показал, что решение Рэрея не удовлетворяет всем граничным условиям. Построив далее свое решение, свободное от указанного недостатка, Ляв подверг критике решение Рэрея как совершенно неудовлетворительное.

Интересно, что сам Ляв при выводе исходных соотношений теории оболочек опирался на феноменологический подход, обобщив гипотезы Кирхгофа (т. е. действовал как физик), и в то же время при решении требовал полной математической строгости!

Ситуация проявилась благодаря работам Г. Лэмба и А. Бэссета. Ими было построено локализованное у границы напряженное состояние (краевой эффект) и обнаружено разделение оболочки на внутреннюю, где справедливо решение Рэрея, и краевую зоны. По существу, это было первое применение так называемой сингулярной асимптотики⁵ в теории оболочек. (Может быть, правильнее было бы говорить о создании сингулярной асимптотики, поскольку понятие краевого эффекта в теории оболочек появилось раньше, чем понятие пограничного слоя Л. Прандтля в гидромеханике.)

Таким образом, асимптотический подход позволил согласовать две, казалось бы диаметрально противоположные, точки зрения и, кроме того, привел к появлению чрезвычайно важного нового понятия.

Однако полное осознание того факта, что теория оболочек является по самой своей сути асимптотической теорией, и, самое главное, практическая реализация этого принципа началась в середине нашего столетия с работ А. Л. Гольденвейзера, обобщенных в упомянутой монографии.

Вообще для методов расчета оболочек характерным оказался путь от чисто инженерных, основанных на правдоподоб-

ных гипотезах приемов к математически обоснованным приближенным решениям.

Приведем пример. Широкое распространение в современной технике получили конструкции с периодическими неоднородностями формы и структуры: ребристые, гофрированные, складчатые, перфорированные, слоистые и тому подобные пластины и оболочки. Инженеры издавна пользовались методом конструктивной ортотропии, «размазывая» жесткости и плотности неоднородностей по оболочке и переходя к оболочке гладкой, но обладающей различными свойствами в разных направлениях. Эта чисто феноменологическая схема получила обоснование лишь в последние годы в связи с развитием метода усреднения.

Для ребристой оболочки — одного из важнейших объектов инженерной практики — усредненные уравнения можно трактовать как полученные в результате «размазывания» жесткостей и плотностей ребер по поверхности, «быстрое» же решение соответствует изгибу между ребрами. Включение феноменологической схемы конструктивной ортотропии в регулярный асимптотический процесс позволяет находить решение из первых принципов, отправляясь от исходных уравнений теории неоднородных оболочек.

Как было отмечено выше, в качестве естественного «инструмента» эволюции теорий можно рассматривать асимптотический подход. Попробуем сделать некоторые общие выводы. Начнем со случая, когда уравнения или решенияходят на основании первых принципов. Сложные модели, которые при этом, как правило, получаются, в дальнейшем претерпевают существенные упрощения. Это связано как с трудностями теоретического анализа сложных моделей, так и с настоятельной потребностью в отчетливом понимании их физического содержания.

Конечно, упрощение, огрубление описания неминуемо односторонне и рано или поздно вступает в противоречие с опытом. Иными словами, грубая модель нуждается в уточнении — должен быть указан алгоритм, позволяющий строить уточняющие поправки, выявлять области применимости, оценивать потерянные эффекты. Естественнее всего это можно сделать при помощи асимптотических методов. В результате происходит естественный отбор: слишком сложные теории «вымирают» или «эволюционируют»

⁵ В этом случае старшие производные в уравнениях движения содержат малый параметр, так что формально при стремлении этого параметра к нулю порядок системы уравнений понижается. В связи с таким вырождением (сингулярностью) и возникают локализованные состояния (пограничные слои, краевые эффекты) при асимптотическом анализе соответствующей задачи.

(упрощаются), а грубо приближенные схемы «приспосабливаются» за счет усложнения и уточнения. Асимптотический же подход не только играет роль инструмента эволюции, но и позволяет выстраивать иерархию приближенных теорий.

Сложнее обстоит дело с феноменологией. Имеет ли дело физик с асимптотикой, когда строит весьма (на первый взгляд) произвольную систему гипотез? Нам кажется — да, поскольку физическое мышление по сути своей предполагает выделение основных факторов, определяющих главные черты изучаемого явления, и пренебрежение несущественными эффектами.

Иными словами, в этом случае асимптотические оценки делаются на интуитивном уровне. В дальнейшем, естественно, наступает время осознанного применения асимптотического подхода, позволяющего снять противоречия и ввести строгие рамки для систем гипотез.

Несколько слов об обосновании достоверности теорий в прикладных науках. Конечно, совпадение теоретических и экспериментальных результатов дает определенную уверенность, но, как отмечали, например, А. Пуанкаре и Л. Д. Ландау, само по себе ничего не доказывает.

В математике непротиворечивость доказывается сведением к арифметике (непротиворечивость которой считается очевидной). В прикладной науке за такой критерий, по всей видимости, может быть принята асимптотическая выводимость из теории более высокого уровня сложности.

В заключение хотелось бы подчеркнуть, что феноменология — необходимый элемент любой естественной науки. Дж. фон Нейман писал: «Когда математическая дисциплина отходит достаточно далеко от своего эмпирического источника (например, когда теория оболочек становится «математической теорией оболочек». — Авт.) и лишь косвенно вдохновляется идеями, восходящими к «реальности», над ней нависает весьма серьезная опасность. Она все больше превращается в бесцельное упражнение по эстетике, в искусство ради искусства... При наступлении этого этапа единственный способ исцеления, на мой взгляд, состоит в том, чтобы возвратиться к источнику и впрыснуть более или менее прямо эмпирические идеи»⁶.

⁶ Цит. по: Данилов Ю. А. Джон фон Нейман. М., 1990. С. 13.

НОВЫЕ КНИГИ

Психология

Как вы относитесь к науке!

Выборочный опрос населения об отношении к науке, проведенный английской газетой «Дейли телеграф», показал, что лишь 11 % британцев считают, что «наука несет вред и разрушения». Это свидетельствует о серьезном улучшении «образа» научной деятельности в глазах людей: в 1991 г. такой ответ давали 20 % опрошенных.

Тех, кто видит науку «умеренно» или даже «чрезвычайно» полезной, теперь насчитывается 81 %. Поднялся также процент лиц «понимающих» науку: на вопрос «к кому вы обратитесь, если захотите узнать, откуда взялась жизнь на Земле?» лишь 20 % ответили: «к священнику», а 37 % — «к биологу».

Не так уж мало — 16 % — англичан полагают, что наука лишает жизнь ее духовного значения, зато огромное большинство — почти 76 % — уверены, что она дает им глубокое

проникновение в суть вещей.

Положительно оценивая эти психологические сдвиги, президент Британской ассоциации развития Д. Эттенборо (D. A. Attenborough) все же подчеркнул, что общественный интерес к науке и технике пострадает, если радио и телевидение не приостановят тенденцию отодвигать и на задний план.

New Scientist. 1992. V. 135. N 1836. P. 9 (Великобритания).

ЭТОЛОГИЧЕСКИЕ ЭКСКУРСИИ ПО ЗАПРЕТНЫМ САДАМ ГУМАНИТАРИЕВ

В. Р. Дольник

В предыдущей части (1993, № 1) мы выяснили на примере самых разных видов животных, что им свойственно образовывать между собой структуры соподчинения — иерархию — и что человек не только унаследовал соответствующие генетические программы, но и ведет себя в согласии с ними. У разных видов бывают разные формы иерархической организации, что определяется, с одной стороны, багажом генетических программ, унаследованных от предков, а с другой — особенностями экологической среды, в которой вид эволюционировал и живет

ныне. Чтобы понять детали социальных структур у человека, нужно обратиться к его филогенетической группе — приматам. Среди них особенно интересны, во-первых, прямые предки человека, во-вторых, самые родственные из ныне живущих видов и, в-третьих, менее родственные виды, но эволюционировавшие в той же среде, что и предки человека. Поскольку прямые предки человека вымерли, и реконструкция их поведения — самостоятельная задача, обратимся к двум другим группам приматов.

Природа власти

ЧЕЛОВЕКООБРАЗНЫЕ ОБЕЗЬЯНЫ

Их группы численно невелики и построены довольно просто, но по-разному у разных видов — от семейной у живущих на деревьях орангутанов до небольшого стада у шимпанзе, ведущих полуназемный образ жизни. Зоологи потратили много сил на изучение этих видов животных. Оказалось, что у всех человекообразных самцы полностью доминируют над самками, а между собой образуют иерархическую лестницу.

У горилл — патриархальная автократия. Гориллы живут под защитой леса, питаются довольно простой растительной пищей, крупны, могучи, вооружены огромными клыками. Естественных врагов у них почти нет. В этих условиях у них сформировалась довольно простая структура группы, которую можно назвать патриархальной (т. е. со старым самцом во главе) автократией (т. е. управлением в одиночку). Высший

ранг принадлежит самому старшему самцу с седой спиной. Остальные самцы — а их немного и они значительно моложе — образуют между собой простое иерархическое соподчинение. Дружественных союзов между ними нет, и коллективно противостоять иерарху они не могут. Седой самец постоянно напоминает о своем ранге, заставляя подчиненных уступать ему пищу, удобные места и оказывать другие знаки почтения. Устойчивость иерархии в группе поддерживается довольно легко, и до драк дело не доходит. Доминант ограничивается в своей угрозе соответствующей мимикой и жестом. Иногда приходится, приняв позу угрозы, подойти к провинившемуся. Тот тут же принимает позу подчинения, а доминант в ответ похлопывает его по спине, изображая ритуальное наказание.

Согласитесь, такого рода отношения бывают и среди людей. Они возможны в большой патриархальной семье или в маленькой конторе, но моделью горилл наши иерархические системы не исчерпываются. И совершенно ясно, что на такой основе сложную социальную организацию не построить.

СТАДНЫЕ ОБЕЗЬЯНЫ ОТКРЫТЫХ ПРОСТРАНСТВ

Зоологи решили обратить внимание на не столь близкие к человеку по родству виды, но зато живущие в условиях, похожих на те, в которых жили наши предки в саванне Восточной Африки. В саванне наземным обезьянам без сложной организации не выжить. Каждая из них по отдельности вооружена ненадежно для защиты от леопарда, льва и гиеновых собак, а бегают она медленнее их. Низкая плодовитость обезьян не позволяет им «платить» хищникам сколько-нибудь большую дань. Наземные собакоголовые обезьяны — павианы, бабуины, гамадрилы — живут в саванне. В сходных с предками человека условиях они могли выработать сходные приспособления и поведение.

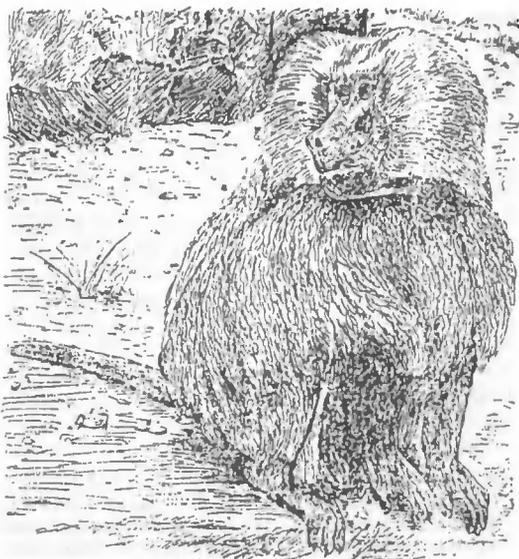
Союзы равных рангом анубисов. Собакоголовые обезьяны могут образовывать сложно организованное большое стадо. У них борьба за иерархический ранг, а с ним и за обладание самками, составляет едва ли не самое главное в жизни самца. Борьба эта ведется сурово, с драками, а проигрыш в ней означает постоянное унижение, страх, необходимость отдавать доминантам лакомые кусочки. Занимающие низкий ранг павианы находятся в стрессе, чаще заблевают, меньше живут. Когда читаешь работы, описывающие все ухищрения, к которым они прибегают для того, чтобы изводить друг друга, временами тошно становится. Обитающие в африканской саванне павианы анубисы «открыли» вот что: более агрессивного и сильного самца можно понизить в ранге, если найти для этого дела союзника, такого же слабоватого, как ты сам. Если удастся создать союз из нескольких самцов, можно посягнуть на стоящую еще выше особь. Для образования союза один самец обхаживает другого и старается с ним не конфликтовать. У молодых самцов, занимающих низкий ранг, эти союзы не прочны, потому что они все время предают друг друга, особенно когда дело доходит до драки с самцом более высокого ранга. Особенно если за этого самца заступится его союзник. Но постепенно какая-то часть самцов одного возраста создает более устойчивый союз, и тогда они могут свергнуть самцов более высокого ранга. Обычно стадо павианов образует иерархическую пирамиду по возрастному признаку. Но союзы могут изменить ее путем «революции снизу».

Образование пирамиды по возрастному признаку, без всякого сомнения, свой-

ственно человеку. В традиционных обществах возрастная иерархия соблюдается очень строго. Но и образование союза подчиненных с целью свержения доминанта — тоже дело обычное, известное от седой древности до наших дней. У людей эти союзы тоже неустойчивые, сравнительно легко разрушаемые. Предательство вчерашнего союзника — норма поведения политиков. Иначе не сохранилась бы тысячи лет римская поговорка «разделяй и властвуй». Конечно, до идеи объединения с целью свержения угнетателей и захвата их положения можно дойти путем интеллектуальных раздумий или компьютерных моделей, не прибегая к инстинкту. Но инстинкт этот в нас сидит и готов действовать как по велеанию рассудка, так и вопреки ему.

У павианов — геронтократия. Теперь поднимем свой взор к вершине павианьей пирамиды. Кто ее венчает? Патриарх-павиан с седой гривой? Нет! Оказывается, на вершине сидят несколько патриархов. Их отношения дружескими не назовешь, доверия тоже не видно, но и враждебности нет. Когда-то в юности они долго и упорно боролись за доминирование в своей возрастной группе и давно уже установили, что друг другу ни за что не уступят. Образовав союз, они коллективно боролись за каждую иерархическую ступень в стаде. Их менее настырные и хуже организованные сверстники давно погибли, в том числе и от стресса. И вот они наверху. Их осталось мало и будет все меньше. Теперь главная забота на всю оставшуюся жизнь — сдерживать напор субдоминантов, более многочисленных, постепенно набирающих силу и все более решительно пытающихся занять верхнюю ступень пирамиды. Ни одному из стариков в одиночку не удержать своего положения, и они удерживают его совместно.

Групповое доминирование старших по возрасту этологи называют геронтократией — властью стариков. Геронтократия часто формируется и у людей. Она может образоваться в небольшой группе, а может — и на вершине государства. Обычно геронтократия возникает, когда официальный лидер не уверен в себе и боится более молодых. Подтягивая к себе таких же старых и не уверенных в себе, как он сам, и делясь с ними властью, он формирует старческую верхушку, для которой страх потерять власть перевешивает стремление править единолично. В обычной жизни поведение геронтов может казаться нам очень продуманным и хитроумным. В действительности же это хитрость инстинкта. Доверившись ей, некоторым удавалось сохранять власть даже будучи



Пышная грива, широкая седая мантия, суровый взгляд из-под бровей и крупные желтые клыки — таков облик павианов гамадрилов, достигших вершины иерархии в стаде.

в состоянии старческого маразма. В традиционных обществах общепризнанная и облагороженная законами и предписаниями власть старшей возрастной группы — всех этих советов старейшин, геронтов, сенаторов — зачастую оказывалась вполне приемлемой для рядовых членов.

Достигнув вершины власти, павиан не облегчает себе жизнь. Ему все время кажется, что в стаде нет должного порядка. Сидя на возвышении, он грозно хмурит брови то на одну обезьяну, то на другую. Время от времени приходится грозить кулаком, стучать себя в грудь, скалить зубы, похлопывать себя по гениталиям, подзывать то одного, то другого самца и заставлять принять одну из поз подчинения: опустить голову, пасть ниц, встать в унижительную для самца самочью позу при спаривании. Если кто-то выкопал что-то вкусное или нашел что-то интересное — потребовать себе. Геронты считают самок своей собственностью и не могут допустить, чтобы они спаривались с самцами низших рангов, но самки себе на уме, и следить за ними нелегко. У иерарха нет ни гнезда, ни имущества. Три предмета постоянно заботят его: сохранение и приращение территории стада, удержание самок и власть.

Чем интересны макаки: Для павианов геронтократия неизбежна, ибо иерарх не

может сохранить власть в одиночку. Подчиненные ему самцы не будут помогать подавлять каждого из них по отдельности. Наоборот, они способны дать коллективный отпор. Покинем на время мир самцов павианов — сильных, грубых, властолюбивых, но не подлых животных — и присмотримся к стаду макаков — обезьян помельче и слабо вооруженных. Они тоже много времени проводят на открытых местах и образуют менее четко организованное, но более многочисленное стадо. Борьба за доминирование много значит в жизни самцов макаков, но ведется не столь жестоко. Их доминанты не нуждаются в союзе, потому что у макаков есть одна очень гнусная инстинктивная программа (встречающаяся у некоторых других стайных животных, например у собак). Стоит доминанту начать наказывать одного из подчиненных, как другие спешат ему помочь: кричат, кидаются в наказываемого калом, норовят ткнуть чем-нибудь сами.

Этологи разобрались, как возникает такое поведение. Это переадресованная агрессия, накопившаяся в страхе перед доминантом. Она по обычному иерархическому принципу переносится на того, кто слабее. А таким во время наказания выглядит наказуемый! На это способны все макаки, но особенно «подонки», занимающие дно пирамиды: ведь они боятся всех и обычно могут переадресовать агрессию лишь неживым предметам, а в этом мало радости. И вдруг наказуемый оказывается как бы ниже дна, слабее их, его можно безнаказанно ударить. Интересно, что самки, обычно в самцовые иерархические игры не играющие (их ранг ниже ранга любого самца), в это дело не только втягиваются, но и действуют усерднее самцов. Этот простой механизм позволяет доминанту без особого риска для себя подавлять нижестоящих. Стоит только начать, а дальше стадо докончит.

Согласитесь, что сходная программа срабатывает и у нас. Вы замечали в очередях, как продавщица (доминант в нашем подсознании, раз она что-то распределяет, чем-то руководит) моментально натравливает чуть не всю очередь на покупателя, попытавшегося потребовать что-нибудь, в том числе полезное для всей очереди, — работать быстрее, не обсчитывать, не хамить и т. п.? Вы замечали, что легче всего ей втянуть тех, кто подсознательно чувствует себя ниже и слабее других: женщин легче чем мужчин, пожилых женщин легче чем молодых? Вы думаете, продавщицу этому тонкому пси-



Ради создания союза один бабун обиживает другого. Цель союза — совместная борьба за иерархический ранг.

хологическому приему нужно учить? Нет, он быстро выплывает из подсознания.

У людей эта программа многолика. Проработка на собрании. Выговор в приказе. Показательный процесс. Публичная казнь. Толпа может побить осужденного камнями, требовать его смерти, а если ей выдать человека, только что занимавшего высокий пост, буквально разорвать на куски. Человек отличается от макака и еще одной тонкостью: если второй никак не поощряет тех, кто срывает на наказуемом свою агрессивность, то первый самых активных может выделить, приблизить и возвысить. Так образуется самая страшная структура — иерарх в окружении подонков. В стихийно образующихся бандах подростков это обычное дело: сильный предводитель, вокруг него несколько гнусных и жалких подпевал, а ниже — значительно более сильные парни. Психологию и поведение «шестерки» очень сочно воспроизвел Р. Киплинг в знакомом с детства образе шакала Табаки, пристроившегося к тигру Шерхану.

В стихийных уголовных шайках «пахан» тоже обычно окружен «шестерками». То же срabатывает и на государственном уровне: тиран окружен сатрапами, отличительная черта которых — преступность, аморальность, трусость, подлость и агрессивность к низестоящим. Древние греки называли такую структуру охлократией — властью нахудших.

Мы выяснили, что программа образования союзов в пределах одного ранга, существующая и у человека, не позволяет удерживать власть в одиночку. Но если ей будет противостоять программа набрасываться скопом на тех, кого атакует доминант, появляется возможность удержать

Союзы борются за власть. Три более низких по рангу бабуина (с л е в а) атакуют самцов рангом выше. Среди атакующих только средний смог выгнуть хвост знаком превосходства, но и он не в силах высоко поднять голову перед доминантами. Его союзники в мозаичной позе — могут или перейти в атаку, или убежать. Один доминант твердо занял позу превосходства и готов принять бой. Но его союзники в мозаичной позе, как и два противника. Кто тут победит, зависит от того, предаст ли хоть один бабуин своих «политических» союзников. В борьбе за власть, в отличие от борьбы с внешними врагами, предательство — обычное дело.

власть в одиночку: небольшому союзу субдоминантов не устоять против атаки доминанта, поддержанной всеми подавленными в стаде. Вот он механизм, создающий тирана, опирающегося на «народ»! Все тирании держат сильных личностей в повиновении, постоянно угрожая им скорой расправой низов.

СИМВОЛЫ СЛУЖАТ ВЛАСТИ

Главный символ превосходства у приматов (как и у многих других млекопитающих и птиц) — это зрительно возвысить себя над остальными, занять высокое место и не допускать на возвышение остальных. Троны, престолы, президиумы, трибуны — дань этой древней программе. Есть и много других символов, в том числе и забавные.

Геронты и дети. Единственная радость у стариков-павианов — это дети среднего возраста. Пока павиан поднимался вверх по иерархической лестнице, они его не интересовали. (Разве что иногда поиграет с младшими детьми своей матери.) Но теперь в нем пробудилась врожденная программа учить их жизни. Окруженный восторженно взираю-

щими на него детенышами (такой страшный для всех, и такой добрый для них!), он показывает, как рыться в земле, раздирать гнилые пни, переворачивать камни, раскалывать орехи, докапываться до воды и делать многое другое, чему его учили в детстве и что постиг сам за долгую и удачную жизнь.

У каждого павианыша на доминантного самца с седой гривой есть три врожденные программы: «так выглядит тот, кому следует подчиняться», «так выглядит твой отец» и «учись у того, кто так выглядит». Иными словами, это Вождь, Отец и Учитель.

Программа на склоне лет поучать молодежь сидит и в нас, очень нужная программа. Беда лишь в том, что павианы живут в повторяющемся мире вечных истин, а мы — в быстро меняющемся мире, где знания и взгляды стариков могут оказаться устаревшими. Все по той же врожденной программе окружность детьми — один из признаков иерарха. Поэтому тираны во всем мире всегда хотели, чтобы в ритуал их появления перед подданными входила стайка детей, неожиданно и радостно выбегающих отсюда-то и окружающих тирана. Портреты лидера с одной-двумя маленькими счастливыми девочками на руках — обычный атрибут всех тираний. Казалось бы, такой дешевый этологический трюк, а как сильно действует на массовое подсознание! В ответ на врожденный сигнальный стимул — облепленного детьми самца — врожденная программа кричит: «Вот он, наш Вождь, Отец и Учитель!»

И сопровождающие его лица... Посмотрим, как стадо павианов встречает на границе своих владений стадо соседей. Самцы боевого возраста выдвигаются вперед, образуя развернутый полумесяцем строй, останавливаются и принимают позы угрозы. Так же поступают соседи. Иерархи проходят сквозь строй и медленно приближаются к границе, вглядываясь в иерархов другого стада, идущих навстречу. Если встреча произошла на границе и территория не нарушена, а стадо знакомое, иерархи, узнав друг друга, сходятся с распростертыми руками и обнимаются. После этого могут встретиться и более молодые самцы.

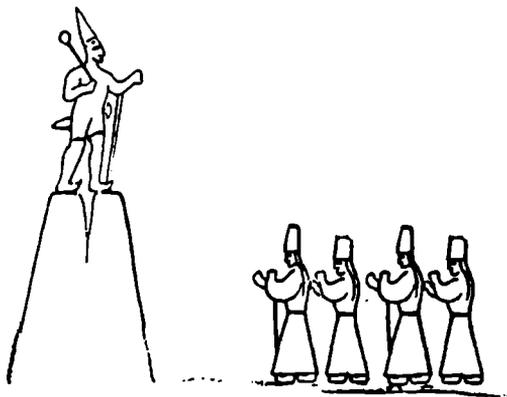
И эту картину мы видели сотни раз в официальной кино- и телехронике. В наше время главы государств встречаются не на границе, а приземляются сразу в столице, и гость не везет с собой в нескольких самолетах военный эскорт. Но хозяин почему-то встречает его не чем-нибудь приятным — парадом красавиц, скажем, а проводит его



Гильгамеш — самый древний из известных нам героев, полуполегендарный правитель г. Урука в Шумере [шумерская запись о его подвигах насчитывает около 4,8 тыс. лет]. Лев и змея в его руках — символы власти.

мимо строя своих угрюмых солдат. Люди давно, наверное, отказались бы от этой процедуры, если бы она не тешила их инстинктов.

Быть свергнутым или погибнуть. Геронтов-павианов ждет один из двух финалов: или их свергнут, или они погибнут в схватке с леопардом. Леопард — самый опасный хищник для всех живущих в саванне обезьян. Он охотился и на всех наших предков, охотится на людей и поныне! Павианы боются его всю жизнь. Но может настать

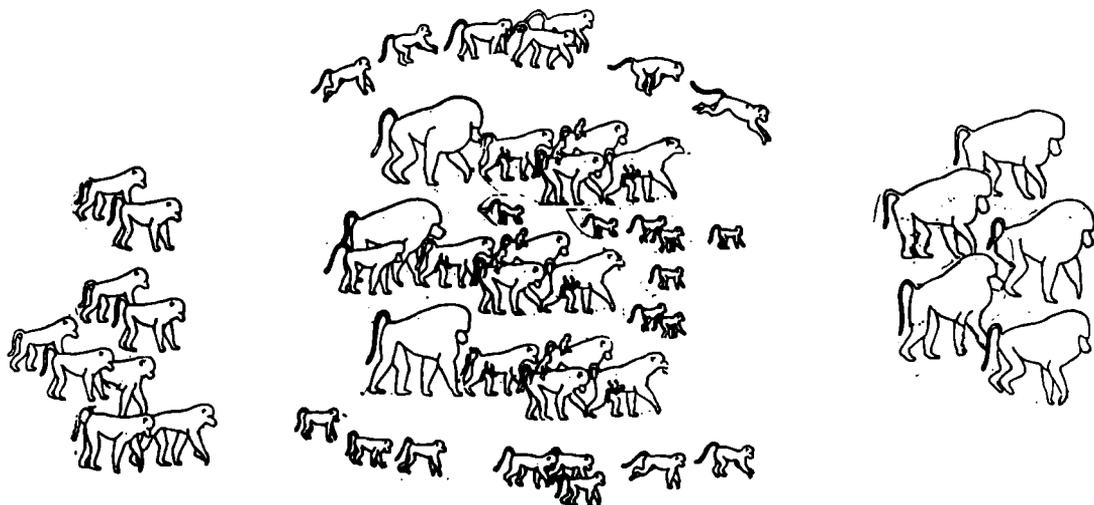


Знакомая картина всеобщего одобрения властелина. Он — в позе доминирования, они — в позе умеренного подчинения. Этому рисунку более 3,5 тыс. лет. Что-нибудь изменилось!

день, когда доминанты переломят в себе этот страх и навяжут леопарду смертный бой.

Погибнуть на глазах у стада и подлых трусов — субдоминантов — разве это не геройская смерть? И с нашей точки зрения тоже. Сходство программ? Этнография дает этологу много фактов, достойных сравнения. У многих племен вожди должны были до вступления в должность или в слу-

стадо паванов переходит опасный участок саванны. Иерархи идут в центре стада.



чае сомнения в том, что они сохранили свои качества, собственноручно убить хищника из семейства кошачьих — леопарда, льва или тигра в Старом Свете, ягуара или пуму в Новом Свете. А уж шлем из головы кошачьих или шкура на плечах — атрибут вождя почти повсеместно и во все времена. Троны, покрытые шкурами тех же зверей. Их изображения у входа в резиденции. Скульптуры голов (отрубленных?), в массе включенных в архитектуру царских домов на обоих полушариях Земли. Заметьте, что хищники из некошачьих (волки, медведи), не бывшие потребителями наших предков в Африке, такой популярностью не пользуются. Разве что там, где крупных кошачьих вовсе нет. Все это красиво и благородно. Но есть малоприятная сторона: давно подмечено, что, боясь потерять власть, старые тираны склонны беспричинно ввергать своих подчиненных в бессмысленные и проигрышные войны. Можно ли думать, что один из скрытых мотивов такого иррационального финиша жизни сходен с концом геронтов-павианов?

Важное место наверху. Пирамида, венчаемая несколькими особями, воспринимается как незавершенная: над иерархами мыслим еще один уровень, место для сверхиерарха. В мире животных возможность существования сверхиерарха не реализована. Он есть только в стае собак — ездовых, пастушеских или охотничьих: это их хозяин. Право человека стоять над собственными вожаками для собак самоочевидно: он им не ровня, он божество. Если хозяин удосуживается управлять стаей собак — очень хорошо. Но если ему недосуг — стая управляется

собственными иерархами, но пиетет к хозяину от этого не убывает.

Нет ничего гениального в том, что повсеместно и многократно у людей возникала идея поместить на вакантное место сверхдоминанта нечто воображаемое, наделенное всеми сверхдоминантными качествами в их беспредельном выражении. Стоит сделать это, и иерархи становятся как бы субдоминантами сверхиерарха, его жрецами, а он — могучим защитником от остального стада. После того, как возникла речь, внушить почтение к воображаемому божеству — пара пустяков. Но и до речи можно было вызвать на какое-то время почтение у подчиненных, изображая свои особые отношения с чем-то страшным для остальных — грозным явлением природы, страшным местом или опасным животным. Это не фантазия: бездомная собака всегда чувствует себя ниже собаки, идущей с хозяином; выросший с большой собакой кот использует ее для внушения почтения котам, которые собак боятся; бык или буйвол, позволивший пастушонку вскарабкаться себе на спину, уверенно ведет за собой стадо. Чтобы повысить свой ранг, молодому шимпанзе хватило пустой канистры: нужно было лишь осмелиться подойти к этому опасному человеческому предмету, взять его в руки и научиться грохотать на страх другим.

Конечно религиозное чувство имеет сложную природу, и мы не собираемся ее обсуждать. Я всего лишь показал, что в наших врожденных программах построения группы наверху есть вакантное место. Его может занять либо воображаемое божество, либо очень даже реальный тиран.

КОЛЛЕКТИВНАЯ АГРЕССИЯ

Есть много видов, у которых отсутствуют программы коллективной агрессии. Человек к ним явно не относится. Дети рано начинают играть в войну, а став постарше, ведут территориальные войны почти всерьез; взрослые готовы воевать не на живот, а на смерть. Некоторые гуманитарии утверждают, что войны — плод свободной воли людей, что животные не воюют. Это не так.

Павианы любят ходить строем. Стадо павианов насчитывает несколько десятков голов. Оно занимает определенную территорию, на которой есть места кормежки и относительно безопасные места отдыха. Там стадо располагается не как попало, а особым порядком — лагерем. Когда павианы переходят с места на место, они идут в определенном порядке, который можно назвать

походным строем. В середине стада идут старые самцы — доминанты. Из такого положения им удобно обозревать стадо и управлять им. Одновременно это и самое безопасное место в стаде в случае неожиданного нападения хищника.

Около доминантов идет самая ценная для них часть стада: молодые самки, самки, несущие детенышей младшего возраста, и несамостоятельные детеныши. С одной стороны, это позволяет за ними следить, а с другой — это безопасное место. Самостоятельная молодежь располагается по периферии ядра стада. Впереди стада, на расстоянии видимости, развернутой цепью идет авангард из самцов второго ранга (субдоминантов). Они занимают это положение по понятным мотивам: отношения с иерархами у них напряженные, они предпочитают держаться подальше от доминантов и не видеть их. Те же, напротив, предпочитают не терять субдоминантов из поля зрения, ибо все время подозревают их в двух грехах: прелюбодеянии с самками и покушении на власть. Авангард — наиболее опасное место. Столкнувшись с умеренно сильным хищником, авангард разворачивается полумесяцем и стремится задержать его, а стадо в это время убегает. Хищники предпочитают не связываться с самцами, которые довольно сильны даже поодиночке, а тем более, когда действуют сообща.

Позади стада, тоже на расстоянии видимости, идет арьергард — самцы третьего иерархического ранга, для иерархов не опасные. Если стадо идет по пересеченной местности и обзор недостаточен, оно может выделять одну или две группы бокового охранения.

Каждый, кто знаком с армией, восклицает: «Это же предбоевой порядок пехоты!» Да, подобное построение на марше было известно с глубокой древности, так строятся боевые отряды современных «первобытных» народов. Поэтому весьма вероятно, что так строились древние первобытные люди и их двуногие предки — австралопитеки.

Защита территории — священный долг каждого павиана. Если стадо павианов встречается на своей территории пришельцев — оно их атакует и изгоняет прочь. Борьба за территорию — очень важная функция самцов. Без хорошей территории стадо не может существовать, процветание его зависит от ее размеров и качества. Ее нужно все время пытаться расширить за счет территорий соседних групп. Поэтому территориальные стычки между группами неизбежны.

Группы предков человека, видимо, тоже были территориальными, и для них борьба за территории была неизбежной — со всеми ее последствиями, включая соответствующие инстинктивные программы. Территориальные войны сопровождают всю известную нам историю человечества во всем мире, а у некоторых племен они стали главным занятием в жизни. Этнографы изучали такие застойные племена и, как правило, приходили к выводу, что эти войны давно лишились всякого смысла и пользы для воюющих. Эти вояки не способны дать своей ответственности сколько-нибудь разумное объяснение. Очень похоже на господство инстинктивных программ над обыденным групповым мышлением.

На подобной почве легко образуется группа воинов, которая, с одной стороны, существует как бы для защиты общества, а с другой — сама для себя. Большую часть времени они проводят в военных упражнениях, а время от времени находят повод повоювать с соседями. Если занятых «ратными трудами» воинов общество берет за кормить, открывается путь, ведущий к возникновению паразитических военных каст. Каста может разрастаться, как раковая опухоль, истощая ресурсы общества. С древности до наших дней действует этот механизм излишней милитаризации, во многом определивший ход истории человечества. В наши дни всяк с удивлением понял, что военно-промышленный комплекс, преувеличивая опасность, исходящую от других стран, оседлал все ресурсы социалистического лагеря и направил их на свое все большее разрастание.

Дерутся плечом к плечу, а умирают порознь. У стадных обезьян саванны самцы четко взаимодействуют между собой в двух случаях: когда отбиваются от хищника и когда отстаивают территорию. В остальном они друг другу не помогают. Часто можно видеть, как за стадом павианов, хромая, тащится раненый член стада. С каждым днем он все больше отстает, слабеет и в конце концов погибает. И никто не окажет ему помощь, не поделится пищей. Смог выздороветь — повезло, не смог — погиб. У гиеновых собак иначе: они не только прекрасно взаимодействуют в момент охоты, но и заботятся о пострадавших: выставляют около них охрану, издали приносят пищу. Нам поведение гиеновых собак симпатично и понятно, ведь и мы поступаем так же. А наши предки?

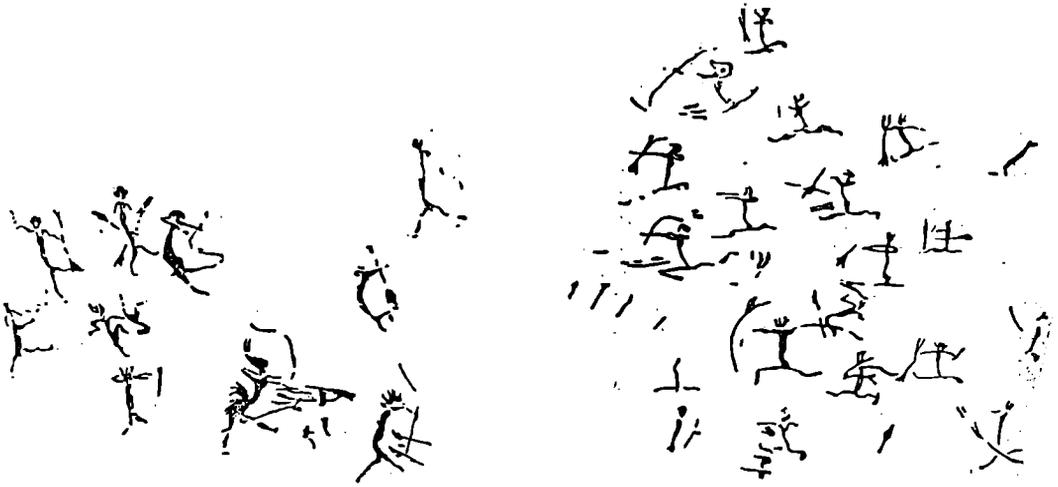
Видимо, очень долгое время они вели себя как павианы. Среди обследованных скелетов предков человека, живших мил-

лионы, сотни и даже десятки тысяч лет назад, не встречено несущих следы успешно заживших травм, при которых человек теряет на время способность ходить. Значит, получившие подобную травму люди не выжидали. Конечно, когда скелетов будет найдено больше, среди них могут оказаться и экземпляры с зажившими травмами, но пока мы должны считать, что предки человека бросали на произвол судьбы раненых членов стада. Не исключено, что помощь раненым появилась не раньше эпохи великих загонных охот, т. е. 12—6 тыс. лет назад. Без специальных исследований трудно решить, является ли принцип «сам погибай, а товарища выручай» нашей врожденной потребностью (и тогда это один из молодых инстинктов) или он поддерживается одним лишь воспитанием. Кстати, каннибализм — тоже новоприобретение, его не было еще 10 тыс. лет назад.

Чему служила мстительность. Реакция стада на похищение из его рядов одного из членов хищником у разных видов своя. Многие травоядные млекопитающие и многие виды птиц относятся к этому как к чему-то неизбежному и незначительному: отбежали, тут же успокоились и продолжают прежнюю жизнь. В момент нападения на стадо хищник тоже может быть атакован, но схватив жертву, он больше ничем не рискует. Другие виды делают короткую попытку отбить собрата. Но стоит хищнику немного отбежать или отлететь, как стадо прекращает его преследовать. А есть виды с удивительным поведением: они могут часами гнаться за хищником и донимать его. Всем знакомый пример — вороны. Если кто-то схватил ворону и поволок прочь, ее товарки скликают всех окрестных ворон, и те начинают с воплем преследовать хищника, не позволяя ему насытиться добычей. И зачастую им это удается: хищник в конце концов бросает труп вороны и спешит скрыться. Но этим неприятности для него не кончаются. Теперь, где бы он ни появился, вокруг слетаются вороны и поднимают гвалт. Жить в такой обстановке хищнику неуютно, а охотиться просто бесполезно. Такое поведение ворон очень эффективно. Хищник быстро усваивает, что ворону, может быть, и легко поймать, но съесть ее не так просто. А если и поймаешь, то потом наголодаешься: охотиться не дадут. С воронами лучше не связываться.

Многие обезьяны тоже мстительны, преследуют схватившего товарку хищника и долго ему мстят потом.

Человек проявляет ту же тактику. Вот, например, как описывали английские иссле-



Возможно, это самое древнее изображение войны (Восточная Испания, разумный человек, эпоха охот и людоедства; не ранее 9—7 тыс. лет назад). Правее «войско», используя численное превосходство, стремительно атакует «павшим» выпуклым полумесяцем, стреляя на бегу из луков. Противники стреляют с места. Их строй тоже «плавный», но оборонительный: авангард из четырех человек образует вогнутый полумесяц и каре, прикрывающее двух раненых в центре. В отличие от сцен сражений в более позднюю эпоху, никто не убегает.

дователи поведение индийских деревенских жителей, подвергшихся нападению тигра-людоеда. Когда тигр появляется в окрестностях, вся деревня прячется по домам и пассивно выжидает. Тигр может так обнаглеть, что расхаживает по деревне и заглядывает в дома. Но вот ему удалось похитить одного человека. Тут же вся деревня выходит из домов с тазами, трещотками, колотушками и начинает со страшным шумом и гвалтом преследовать людоеда. Тигр уходит, волоча жертву, старается спрятаться. Но его находят и снова преследуют. В конце концов тигр бросает жертву и уходит, а люди уносят труп в деревню. Городскому человеку подобное поведение кажется нелепым: не лучше ли было бы упредить тигра и начать донимать его до того, как он кого-нибудь задавит? Может быть, и лучше, но на это у людей не хватает духу. Потребность же отомстить оказывается очень сильной и мобилизует коллективное поведение. Можно думать, что тактику преследования хищника с добычей с успехом применяли и предки человека.

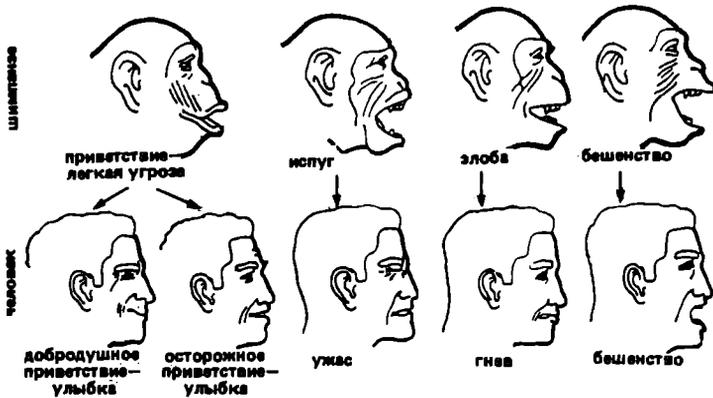
Мстительность объединяет людей не только для борьбы с хищниками, но и в борьбе между разными группами людей.

Вчитайтесь в «Илиаду», и вы обнаружите такие картины: два войска стоят насупротив и вяло обмениваются стычками. Но вот один герой убит. Тут же за его труп завязывается жаркая схватка, гибнут воины. Она продолжается, пока одна из сторон окончательно не завладеет трупом. Создается впечатление, что отбить тело павшего товарища — чуть ли не главная цель воюющих. А оставить поле боя с трупами товарищей в руках врага — страшное и позорное поражение для всех воинов во все времена. С точки зрения холодного разума, потеря трупов никак не может быть существенной утратой хотя бы по сравнению с самой гибелью воинов. Другое проявление той же программы — кровная месть, порой передающаяся от поколения к поколению. Есть и много других неожиданных проявлений все той же программы преследования хищников.

КАКИМ МОГЛО БЫТЬ ПЕРВОБЫТНОЕ СТАДО?

Живший в Африке 3—4 млн. лет назад прямоходящий предок человека — афарский австралопитек — был ростом около метра; сменивший его первый изготовитель каменных орудий — умелый человек — был того же роста. И лишь следующий вид — прямоходящий человек, появившийся там же около 1,6 млн. лет назад, был в полтора раза выше.

Ранние гоминиды не умели охотиться на крупных животных. Последние исследования показали, что они занимались собирательством, ловлей мелких животных, а также разыскивали и поедали трупы. Так что хотя



Оскалы и улыбки. У человека они менее выразительны, чем у шимпанзе, из-за ослабления мышц лица.

они и имели под рукой заостренный камень, убить им хищника в одиночку, скорее всего, не могли.

Это были некрупные, от природы слабо вооруженные существа, к тому же бегавшие медленно (даже в сравнении с макаком и павианом), очень неверткие и вдвоаков не способные быстро вскарабкаться по стволу дерева. Они были беззащитнее шимпанзе, не говоря уж о гориллах. А жили в саванне, самой опасной для приматов среде. Следовательно, предположение о том, что они жили отдельными семьями или небольшими, слабо организованными группами (как гориллы и шимпанзе), не проходит.

В то же время очень сильная по зоологическим меркам агрессивность человека, его очень высокая (даже по сравнению с обезьянами) сексуальность, чувство ревности, приводящее даже к убийству соперника и, наконец, потребность мужчин с детства до старости бороться за свой иерархический ранг — все это для этологов бесспорное свидетельство того, что становым хребтом стада древних гоминид была жесткая иерархическая пирамида, образованная половозрелыми самцами. У очень многих живущих группой или небольшим стадом животных — орангутанов, львов, лошадей — во избежание бесконечных конфликтов самец-доминант изгоняет из стада других самцов, включая собственных сыновей. Но это все либо живущие в безопасности животные, либо хорошо вооруженные, либо очень быстро бегущие. Будь предки человека хорошо защищены, они, возможно, пошли бы таким же путем.

В те же времена и в тех же местах обитало пять видов «поздних» австралопитеков — наших громадных, могучих, с мощными челюстями и зубами, прямоходящих

двоюродных прапрадедушек. Вот им этот путь не был закрыт. Но наши мелкие, стройные, мелкозубые предки были плохо защищены, все взрослые самцы им были нужны для коллективной защиты самок и потомства.

С той же проблемой столкнулись в саванне предки нескольких видов макаков и собакоголовых. Они решили ее сходно, создав стадо, построенное на иерархии взрослых самцов. У разных видов организация отличается лишь некоторыми нюансами, зависящими, в частности, от того, насколько хорошо вооружены самцы. Зоологи уже довольно давно пришли к выводу, что и предки человека проделали конвергентно во многом похожий путь. Следовательно, мы должны присматриваться не только к социальной организации человекообразных обезьян, но и к организации стадных обезьян саванны, сохранивших до наших дней действующие модели социальной организации предков человека. Вот почему этологи тщательно изучают собакоголовых и макаков. Они нашли у них очень много поразительных аналогов, о малой части которых я уже поведал.

Равенство или иерархия! Мы видим, что в первобытном стаде предков человека не могло быть и тени равноправия. «Первобытный коммунизм» — выдумка кабинетных ученых прошлого века. К тому времени этнографы обнаружили у некоторых зашедших в тупик и вторично деградировавших племен, обитавших в крайне неблагоприятных природных условиях, разного рода «выверты». Одни были озабочены тем, чтобы ни у кого не было ничего своего, другие — сложным ритуалом деля добычи между всеми, третьи следили за тем, чтобы все делали одну и ту же работу сообща и одно-

временно, четвертые подавляли у сородичей всякое проявление инициативы, пятые настолько увлекались спиртным или объедались наркотиками, что были ни на что не способны, и племя поддерживалось усилиями не злоупотреблявших наркотиками женщин и т. п. Из этих крупниц некоторые авторы слепили образ первобытной райской жизни — «первобытного коммунизма», а другие — теорию матриархата. Наука быстро разобралась в этих заблуждениях. Но некоторые кабинетные философы прошлого века взяли их за основу для далеко идущих построений о прошлом и будущем человечества. В XX в. на всех материках, во всех климатических поясах и на представителях всех рас был поставлен гигантский эксперимент воплощения этих теорий в жизнь и построения на их основе коммунизма. Эксперимент, о котором физиолог И. П. Павлов сказал, что пожалел бы на него даже одну лягушку. В результате эксперимента повсюду вместо общества равенства возникли жестокие иерархические пирамиды, увенчанные тиранами — «паханами» в окружении «шестерок» — «тонкошеих вождей», по меткому определению О. Манделштама.

Сопоставляя врожденные программы поведения, проявляющиеся у человека, с поведением стадных приматов, мы можем в общих чертах реконструировать построение стада у предков человека. Несомненно, что в основе своей оно имело мужскую иерархию.

Иерархическая пирамида самцов формировалась в первую очередь по возрасту. Внутри каждой возрастной группы самцы боролись за свой иерархический ранг как в одиночку, так и объединяясь в неустойчивые союзы. Если союз получался достаточно прочным, он пытался свергнуть самцов более высокого уровня в пирамиде. При удаче союз пробивался на вершину, и возникала геронтократия. Если на вершину прорывался один выдающийся по агрессивности самец — образовывалась автократия. Автократа окружали «шестерки» — особи с невысокими личными возможностями, но услужливые, коварные и жестокие. Иерархи все время подавляли субдоминантов. Те немедленно переадресовывали агрессию подчиненным, они, в свою очередь, тем, кто ниже, и так до дна пирамиды.

Стадо, особенно его подавленная часть, поддерживало автократа и геронтов, когда те наказывали кого-нибудь, особенно субдоминантов. Самки принимали участие в коллективных осуждениях и расправах. Автократа и геронты в случае необходимости натрав-

ливали находящихся на дне пирамиды на опасных для власти самцов. В стаде действовали принципы, описываемые словами: «где суд, там и расправа» и «иерарх всегда прав».

Детеныши видели в иерархах своих отцов, а те занимались их обучением. Иерархов любили самки, дети и самцы низких рангов. Только субдоминанты питали к ним подавленную агрессию. Если вам казалось, что это было общество несчастных, вы заблуждаетесь: довольных — большинство.

ОТ СТАДА ДО ИМПЕРИИ

Обычные иерархические системы у позвоночных животных не могут быть слишком обширными по составу и охватывать большую территорию. Они построены на том, что ранг каждого известен каждому, т. е. все должны знать друг друга и узнавать «в лицо». Однако если есть инстинктивная программа всем поддерживать действия доминанта, то ему уже не обязательно знать всех. Достаточно, чтобы его все знали и знали его «шестерок». А еще лучше, чтобы и не зная, узнавали бы. Для этого достаточно, чтобы его ранг был на нем обозначен, написан на лбу, так сказать. А это достигается у человека использованием символов власти. Беря в руки, надевая на голову или плечи символы, можно управлять каким угодно количеством людей, создавать массовые, охватывающие обширные территории иерархические структуры, вплоть до государства.

Не будь в нас программы подчинения символам, чего ради толпа слушалась бы нескольких распорядителей, надевших себе на руку повязку, или внимала речам тех, кто взобрался на возвышение? И чтобы организовать и повести куда-то толпу, нужен символ — флаг, знамя. Мораль учит: «не сотвори себе кумира», т. е. она не рекомендует ослеплять себя воздействием символов. Разум тоже не рекомендует нам слепо подчиняться символам, и глядя со стороны на шествия с флагами сторонников чего-то, что нам чуждо или безразлично, мы остаемся спокойными.

Но если в опасности что-то дорогое нам, мы бросаемся защищать его символ, забыв все предостережения рассудка. Люди в самом прямом смысле готовы идти за символом в огонь и в воду, погибать, не рассуждая и не задумываясь. Лишь бы угроза исходила от других людей. Под знаменами идут на врага, свергают власть, но никто не ходит под знаменами бороться с наводнением, засухой, пожаром или саранчой.

Оскалы и улыбки. Иерархические стычки между людьми происходят много чаще, чем мы думаем. Дело в том, что естественный отбор создал много программ, смягчающих столкновения. Вот один довольно забавный пример. Демонстрация оскала — широчайше распространенная у позвоночных инстинктивная программа. Ее цель — предупредить при встрече с кем-либо о вооруженности и готовности за себя постоять. Приматы пользуются ею очень широко при контактах. Человек тоже скалит зубы при сильном страхе или гневе. Оказаться адресатом такой демонстрации неприятно.

Но у программы показа зубов есть еще два куда более мягких варианта. Первый — заискивающая улыбка. Так улыбается человек, вступая в контакт с тем, кого он побаивается. Второй — это широкая улыбка. Так улыбается другому спокойный, уверенный в себе человек. В сущности он тоже показывает вам, что вооружен и готов за себя постоять и в вашем снисхождении не нуждается. Но эта форма демонстрации настолько мягкая, что не только не вызывает у вас страха, а, напротив, действует приветливо и умиротворяюще. Давно замечено: когда путешественник из страны с тоталитарным режимом посещает страну, где люди чувствуют себя свободно, его поначалу удивляет, почему это они все время улыбаются друг другу и ему. Путешественник, привыкший к отсутствию улыбок или к заискивающей улыбке, обычной при тоталитарном режиме, в первые дни думает, что от него чего-то хотят.

Вы замечали, наверное, не раз, как склонный к авторитарности начальник, видя в зале совещания улыбающихся друг другу подчиненных, приходит в волнение и требует прекратить улыбаться. Ларчик открывается просто: во-первых, начальник привык, что ему при встрече сотрудники улыбаются иной улыбкой — заискивающей. Во-вторых, когда начальник подсознательно ощущает, что среди подчиненных есть люди, чувствующие себя свободно, он настораживается: «Свободны от кого? От начальника? Не боятся? Значит, не уважают?»

Почему тирана любят. Когда начальник путает слова «бояться» и «уважать», он поступает так потому, что в нем срабатывает врожденная программа, как контролировать уровень агрессивности у подчиненных особей. Эта программа имеет два варианта — мягкий и жесткий. В конфликтной ситуации подчиненные должны испытывать к доминанту страх, а он к ним — смесь страха и гнева. Подобное состояние тяжело для

обеих сторон и не должно быть длительным. В обычной ситуации для сохранения соподчинения достаточно, чтобы подчиненные испытывали очень легкий страх. Доминант воспринимает этот нормальный уровень страха как сигнал положительный. Он перестает бояться и отдыхает. Теперь он может проявить к подчиненным самые мягкие формы демонстрации превосходства — похлопать по спине (мягкая форма наказания), перестать хмурить брови, чем-то поощрить. Выросшие в жесткой иерархической структуре генералы даже в официальной обстановке заявляют, что «без атомного оружия нас перестанут уважать». Для них «бояться» и «уважать» — одно и то же, просто слово «уважать» приятнее и «уважаемому», и «уважающим».

У подчиненной особи по отношению к доминанту есть программа, дающая четыре варианта ощущений. Самый резкий из них — безусловная ненависть. Следующий вариант — чистый страх. С такими ощущениями жить очень тяжело. Многое меняется при третьем варианте: особь принимает поведение доминанта как должное и быстро, без всплеска эмоций, выдает точно отмеренную дозу умиротворяющего поведения. А четвертый вариант вообще поразительный. Из-за неосознаваемого страха перед доминантом особь по своей инициативе проявляет к нему все существующие формы умиротворения и подчинения. А добровольное выражение такого поведения — это не что иное, как любовь. Любовь к доминанту может быть невероятно сильной и ослепляющей, т. е. скрывающей его недостатки и преувеличивающей его достоинства. Помните, как любит вас ваша собака. У каждого из нас эмоциональный отклик на превосходящих нас людей принимает один из этих вариантов. Весь набор чувств может вызвать один и тот же человек (это, конечно, очень тяжелый случай).

Если же вы ненавидите всех, кто чем-то выше вас — старшекласников, учителей, артистов, ученых, писателей, отца родного, — в вашей инстинктивной программе что-то сместилось. Бывает и обратное: человек перед всеми, кто доминирует над ним или мог бы доминировать — продавцами, кассирами, официантами, людьми в форме, — ведет себя заискивающе, а всех начальников без разбору любит. Второму человеку жить все же легче, чем первому.

Я думаю, что вы, читатель, теперь сами можете разгадать страшную по последствиям загадку «почему тиранов любят». Тирания создает атмосферу страха. Человеку

тяжело жить в постоянном страхе перед доминантом. И от того, что его не видишь, не знаешь, чем он сейчас занят («а вдруг мной?»), страх только увеличивается. Настоящие тираны это интуитивно понимают и заполняют свои владения преувеличенными изображениями своей персоны: «видишь, я — всюду, стою и смотрю на тебя». Чем может помочь инстинктивная программа человеку в этом безвыходном положении? Только одним: переключиться на вариант любви к длительно и постоянно внушающему страх доминанту. Сразу жить становится легче, жить становится веселее. Теперь уж чем сильнее любовь, тем глуше страх. Конечно, среди «любящих» тирана много таких, кто просто притворяется. Но речь о других, о феномене искренней любви, и такой сильной, что когда тиран велит казнить человека (ни за что, просто подвернулся) — тот умирает с криком: «Да здравствует тиран!»

Я не шутил, когда написал, что стадо предков человека не было обществом несчастных: иерархические программы устроены так, что жить в нем было можно, а «всем довольные» встречались не только среди иерархов. К тому же жизнь смягчалась не имеющими отношения к иерархии альтруистическими программами.

«Пнуть мертвого льва». Сколько ни желают тиранам жить вечно, они все же смертны. Когда тиран умирает, общество расслаивается. Те, кого он не смог деформировать, воздают ему последние почести ровно настолько, насколько он их заслужил, с их точки зрения. Те, кто его очень любил, пребывают в безмерном горе. Те, кому он лично насолил, просто радуются. И те, и другие, и третьи как вели себя, так и ведут. Но многие резко меняют поведение и спешат, как говорили древние, «пнуть мертвого льва», точнее было бы сказать, леопарда.

Люди относятся к такой перемене по-разному. Одним такое поведение кажется безобразным, а другие его одобряют. Говорят, что этим они «выдавливают из себя по капле раба». Но это чеховское выражение здесь неуместно. Раба надо было выдавливать; пока тиран был жив. Если человек этим регулярно не занимался, после смерти тирана рабское из себя уже не выдавить. Просто из раба молчаливого и покорного можно превратиться в раба разнузданного и крикливого. Без этологии «суету мышей вокруг мертвого кота» понять трудно. Дело в том, что в малоагрессивной по природе особи любого вида животных при длительном ее подавлении агрессив-

ность никому не переадресуется. Ее адресат ясен — угнетатель, но особь не решается хоть как-то проявить ее в отношении адресата. Когда тот погибает, исчезает не только страх, но и снимается запрет причинять боль живому. И накопившаяся агрессивность изливается на адресата законного, но неживого. Заметьте, что люди, пинающие мертвого льва, обычно довольно хорошие люди. «Дно» в этом не участвует. И как раз наоборот, именно «дно» и очень плохие люди травят, мучают и казнят низложенного правителя.

«Смерть тиранам!» В том, что тирания преобразует страх перед тираном в любовь к нему, первыми разобрались древние греки. И поняли, что самому полису (древнему городу-государству) почти невозможно вырваться из ловушки тирании. Греки нашли простой способ лечить от тирании. Как заведется в каком-нибудь городе тиран, так остальные города собираются вместе, берут штурмом город и избавляют его от тирана. Эта технология «смерть тиранам» оказалась действенной: лет за сто греки их почти повсюду вывели.

Сбрасывание монументов как лечебная процедура. У нас еще не кончились повсеместное свержение памятников тиранам и их сатрапам и горячая дискуссия об этичности подобного поведения. В ходе нее высказано много умных мыслей, но все они выглядят отвлеченными построениями, ибо люди не знают и не понимают подсознательной основы своего поведения, его этологической базы. Мы уже выяснили, что тираны ставят повсюду свои преувеличенные изображения, чтобы вы жили в тревожном страхе. Эти памятники направлены против вас, против вашего психологического здоровья и психологического комфорта. Они совсем не безвредны для вас, пока вы их боитесь. У массы людей годами подавленная агрессивность к тоталитарному режиму переадресована этим истуканам. Все они испытывают нечто подобное тому, что испытал Евгений в «Медном всаднике». И простейшее, чисто животное исцеляющее от страха действие — разрушить истукана, унизить его, заставить лежать у ног. Свергая огромные статуи своих палачей, народ пусть не цивилизованным, но зато самым биологичным способом освобождает себя от страха и агрессивности. Чувство облегчения так сильно, что повсюду, повергнув кумира, толпа принималась петь и плясать (а не все крушить). Урок чистой этологии. И не надо говорить, что народ разрушает произведения искусства, памятники своей истории. Тираны

меньше всего заботились о том, чтобы их изображения были художественны. Они хотели, чтобы истуканы были «величественны», искусство сознательно приносилось в жертву психотехнике. Убрать их — такая же примитивная врожденная потребность, как вытереть плевков с лица. Вот когда народ исцелится от страха и любви к тиранам по-настоящему и совсем другими, много более сложными действиями, тогда он сможет признать этих истуканов памятниками своей истории. Но все же позорной истории. Ее каменными плевками в лицо.

Обратившись к нашему вероятному генетическому багажу, мы убедились, что в нем есть наследство, доставшееся нам от предков — прямоходящих стадных обезьян африканской саванны. Что эти программы поведения срабатывают, задавая определенную направленность некоторым сторонам нашего социального поведения, ограничивая возможность свободного выбора. Что слепое или полуслепое следование им приводит к тому, что люди легко формируют авторитарные или геронтократические (оли-

гархические) иерархии, вплоть до весьма обширных, в которых большинство может не знать друг друга в лицо. И что эти структуры легко милитаризируются и ищут поводы для вооруженных конфликтов. (Кому мало уроков прошлой истории — посмотрите, как распадаются социалистические страны.)

Понимать это далеко не бесполезно не только для того, чтобы лучше понять историю и события, современниками и участниками которых мы стали. Главное — это уроки на будущее. Осведомленный человек не станет надеяться на спасительность стихийного прихода к власти сильной личности: он заранее знает, какой «порядок» эта личность наведет. Не может он надеяться и на то, что «авось все само собой образуется»: ведь он знает, что сам собой образуется худший сценарий. Наконец, он не увлечется призывами ни нацистов, ни религиозных фундаменталистов, ни анархистов, ни коммунистов. Ибо первые и вторые откровенно исповедуют жесткую иерархию, построенную на соответствующих инстинктах, а третьи и четвертые неизбежно отдадут общество в полную власть тех самых биологических инстинктов, существование которых они столь ярко отрицают в теории.

НОВОСТИ НАУКИ

Радиология

Опасность таится в пещерах

В течение года Р. Хайланд (R. Hyland; Манчестерский политехнический институт) обследовал атмосферу 40 пещер на территории Великобритании. Согласно его измерениям, средний уровень естественной радиации воздуха в пещерах составляет 2900 Бк/м³. Установленный Национальным комитетом по радиологической защите Великобритании предельный уровень безопасности для жилищ — 200 Бк/м³; в случае его превышения рекомендуются меры по устранению газа радона, который обычно и служит источником радиации.

Наибольшую угрозу, как оказалось, таит пещера Джайантс-Зол (графство Дербишир), где среднегодовой уровень радиации составляет 46 кБк/м³. В летнее время, когда обмен воздухом ограничен и радон (выделяющийся при распаде радия, который содержится в местных породах) концентрируется, уровень повышается до 155 кБк/м³. Подобные величины неизвестны ни для одной из пещер на Земле (в США «рекординдом» считается 54 кБк/м³).

Действующие в Великобритании правила в качестве предельно допустимой для рабочих называют дозу 15 мЗв/год. При такой дозе вероятность заболевания раком легких увеличивается на 0,005 %, что четверо выше обычного риска погибнуть от дорожно-транспортного

происшествия. Человек, находящийся в пещере с радиоактивностью 155 кБк/м³, получит ее всего за 13 ч.

В Великобритании около 20 тыс. пещер, причем многие из них облюбованы спелеологами. Ассоциация этого вида спорта намерена призвать своих членов сократить время пребывания под землей. Президент ассоциации Д. Эдвардс вместо 200 ч/год отныне проводит в пещерах не более 26 ч. Ожидаются решения местных властей и органов здравоохранения о запрете популярных школьных экскурсий в пещеры с особенно высоким содержанием радона; в некоторых пещерах планируется установить вентиляторы.

New Scientist. 1992. V. 135. N 1838. P. 4 (Великобритания).

Нервный синдром высоких давлений

30 лет после открытия

А. Ю. Следков



Александр Юрьевич Следков, кандидат биологических наук, заведующий группой экспериментальной специфической физиологии НИИ промышленной и морской медицины Минздрава Российской Федерации, специалист в области гипербарической и водолазной физиологии. Область научных интересов — влияние дыхательных газовых смесей под повышенным давлением на центральную нервную систему человека и животных.

В 1961 г. Л. Г. Зальцманом впервые был описан феномен, получивший впоследствии название «нервный синдром высоких давлений» (НСВД). Несмотря на научные разработки, благодаря которым удалось до определенной степени снизить проявления синдрома и увеличить глубину погружений, НСВД и в настоящее время является основным препятствием на пути освоения человеком гидрокосмоса. За последний период проблема НСВД перекочевала из сугубо прикладной в область фундаментальных наук, и дальнейший прогресс водного дела невозможен без привлечения новейших достижений нейрофизиологии, биохимии и фармакологии. С другой стороны, воздействие на организм животных дыхательных газовых смесей под повышенным давлением имитирует состояние наркоза, а также таких заболеваний, как эпилепсия или паркинсон-

низм, и является прекрасной моделью для их изучения.

В настоящее время при водолазных спусках используются азотно-кислородные или гелиокислородные дыхательные смеси, находящиеся под давлением, пропорциональным глубине погружения. Погружение на каждые 10 м требует увеличения давления дыхательной смеси на 1 атм. Так как сам по себе неразбавленный сжатый кислород непригоден для дыхания и его использование ограничено глубиной 7 м, то до определенного времени считалось, что кислород и вызывает то необычное состояние, которое было отмечено у водолазов, проводивших работы на глубинах свыше 60 м. На самом деле причиной является индифферентный для организма разбавитель — азот, а это состояние, названное азотным наркозом или глубинным опьянением, характеризуется ощущением легкой эйфории, переходящей в заторможенность, понижением умственной и физической работоспособности, расстройством координации и потерей сознания и судорогами, что в конечном итоге заканчивается смертью. Несмотря на то, что переносимость человеком азотного наркоза весьма индивидуальна, ясно, что любой, даже наиболее легкий из симптомов глубинного опьянения чрезвычайно опасен под водой. Однако если водолазу, испытывающему наркоз, удавалось подвсплыть, способному к нормальному восприятию и оценке окружающей обстановки возвращалась. Более того, известны случаи, когда человек, усилив воли концентрируя внимание на выполнении поставленной задачи, несколько ослаблял степень глубинного опьянения. Еще в 1937 г. трое советских водолазов достигли рекордной для азотно-кислородной дыхательной смеси глубины — 137 м. Однако в том же году американский водолаз М. Нол на оз. Мичиган первым в мире испытал в реальных условиях подводного погружения новую газовую смесь — гелиокс, состоящую из гелия и кислорода¹. Гелий по сравнению с азотом обладает целым рядом неоспоримых преимуществ, главное из которых — отсутствие глубинного опьянения. В 1956 г. советские водолазы с помощью гелиокса

© Следков А. Ю. Нервный синдром высоких давлений. 30 лет после открытия.

¹ Риффо К. Будущее — океан. Л., 1979.

15 февраля 1968 г.
 Я Хаскалов Сергей Васильевич катаный
 в камеру на глубине 40 метров
 дышу воздухом газа открытого

18 февраля 1968 г.
 Я Хаскалов Сергей Васильевич
 был нахожусь на глубине
 40 метров дышу смесью
 газа открытого.

Хаскалов Сергей
 Васильевич
 находится на
 глубине

неоднократно
 дышу

Изменение почерка испытуемого при дыхании азотно-кислородной смесью в барокамере при: а — атмосферном давлении; б — 4 атм; в — 10 атм; г — 12 атм. [По: Зальцман Г. Л. и др. Основы гипербарической физиологии.]

установили новый мировой рекорд, погружившись на 300-метровую глубину, и, вероятно, именно тогда отечественная подводная физиология вышла на одну из ведущих позиций в мире, которую, несмотря на недостаток средств и современных технологий, а то и элементарного приборного обеспечения, продолжает удерживать до сих пор.

В 1961 г. ленинградский военный врач Г. Л. Зальцман опубликовал монографию «Физиологические основы пребывания человека в условиях повышенного давления газовой среды», где, кроме опытов на животных, привел данные, полученные при испытании шести добровольцев, дышавших в барокамере на «глубине» 152 м гелиокислородной смесью². При этом у людей впервые было обнаружено появление ритмичной дрожи (тремора), захватывающей руки и нижнюю челюсть. Зальцман предложил

добавлять в гелиокс некоторое количество азота для снятия тремора и нормализации теплообмена. Эта монография, переведенная на английский язык, появилась на Западе в 1967 г., а через год зарубежные ученые подтвердили результаты отечественных медиков и появился новый термин — «нервный синдром высоких давлений» (НСВД). Основными признаками НСВД являются дрожь пальцев и кистей рук, расстройство координации движений, мускульные подергивания, головокружение, тошнота, кратковременное впадение в сон и в конечном итоге судороги. С тех пор было проведено множество глубоководных спусков и не меньшее количество научных исследований НСВД с целью познания его механизма и устранения неблагоприятной симптоматики. Например, была показана прямая зависимость тяжести НСВД от скорости погружения или компрессии в условиях барокамеры. Кроме того, широкое распространение получил способ добавки в гелиокислородную смесь некоторого количества азота. Именно использование очень медленной компрессии (более 8 сут) и 10 %-ной добавки азота в гелиокс позволило акванавтам в 1981 г. в условиях имитированного погружения достичь рекордной «глубины» 686 м. Но при этом погружении у людей, участвовавших в нем, наблюдались столь выраженные отклонения со стороны центральной нервной системы, что непреодолимость глубинного барьера, связанного с НСВД, и необходимость поиска и изучения новых методов защиты организма стали очевидны, а дальнейшее побитие глубинных рекордов приостановлено.

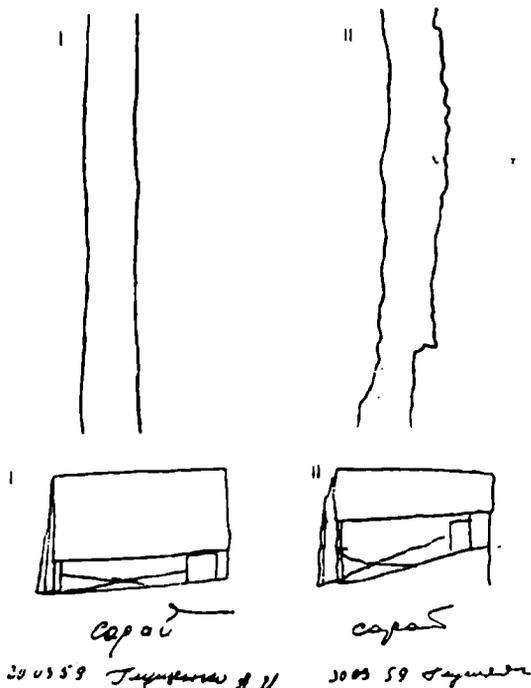
Наиболее полную картину НСВД позволили продемонстрировать эксперименты на млекопитающих: крысах, морских свинках, кроликах, обезьянах и т. д. Было обнаружено, что мелкий тремор конечностей при давлениях свыше 35—40 атм переходит в крупноамплитудный и распространяется по всему туловищу животного, а приблизительно при 60 атм возникают усиливающиеся судорожные припадки. При дальнейшей компрессии судороги становятся почти непрерывными, а воздействие давлений свыше 100—130 атм несовместимо с жизнью. Электрофизиологические эксперименты при этом показывают отчетливое увеличение тонуса скелетной мускулатуры и сдвиг электроэнцефалограммы в сторону медленноволновой и пароксизмальной активности.

На что же похож нервный синдром высоких давлений? В его проявлениях можно найти признаки алкогольной интоксикации, переохлаждения организма, расстройств вестибулярного аппарата и вегетативной

² Зальцман Г. Л. Физиологические основы пребывания человека в условиях повышенного давления газовой среды. М., 1966.

нервной системы. Однако более всего он напоминает симптомы болезни, описанной Дж. Паркинсоном еще в 1817 г. и характеризующейся тремором примерно такой же частоты, напряженностью мышц, заторможенностью, дискоординацией и т. п. Известно, что развитие болезни Паркинсона связано с дегенерацией определенных клеток в одном из подкорковых отделов головного мозга — черной субстанции, являющейся составной частью так называемой экстрапирамидной системы. Эти клетки содержат важный химический передатчик биологической информации — нейромедиатор дофамин. Предельно упрощенный механизм паркинсонизма выглядит так: при разрушении дофаминсодержащих клеток черной субстанции начинающиеся от нее нервные волокна, приходящие в конечном итоге к спинному мозгу, а от него к мышцам, выходят из-под тормозного контроля, что и приводит к вышеуказанным нарушениям. Логично было бы предположить, что подобные изменения происходят при НСВД. Однако опыты, проведенные в американском Университете Дьюка Э. Т. Кауфманом с сотрудниками, опровергли данную концепцию: у крыс с полной поперечной перерезкой спинного мозга при давлениях выше 30 атм обнаруживалось увеличение тонуса мышц, иннервируемых из спинномозговых сегментов, расположенных ниже перерезки³. И хотя по сравнению с мышцами, управляемыми из вышележащих участков мозга, их активность была существенно редуцирована, стало понятно, что мишенью высокого давления не может являться отдельная мозговая структура.

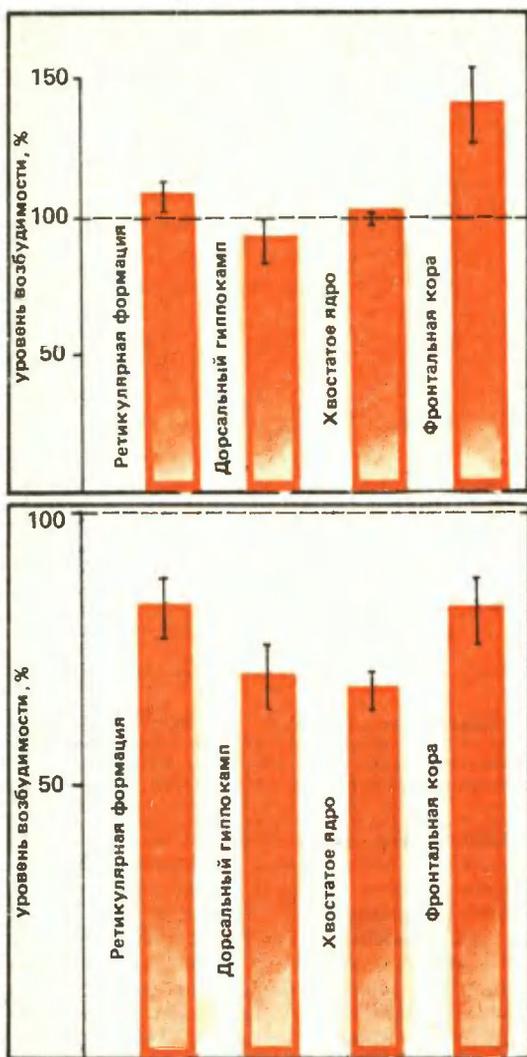
Тем не менее необходимо было выяснить, какую роль играют те или иные отделы головного мозга в генезе азотного наркоза и НСВД. Для этого был использован критерий возбудимости, а методика заключалась в электростимуляции различных структур мозга кроликов надпороговой величиной тока, при которой появлялся характерный поведенческий и ЭЭГ-ответ. По сравнению с контрольными данными, в гелио- и азотнокислородной среде под повышенным давлением возникали разнонаправленные изменения. У животных, дышавших азотно-кислородной смесью при давлении 10 атм, возникало значительное угнетение коры головного мозга и в меньшей степени ретикулярной формации — диффузной клеточной системы, играющей ведущую роль в реакциях



Проведение линий, рисунок и письмо испытуемого при: I — атмосферном давлении; II — давлении 14 атм гелиокислородной смеси. (По: З а л ь ц м а н Г. Л. и др. Основы гипербарической физиологии.)

возбуждения и торможения, и активность которой меняется под влиянием обычных наркотических средств. Уровень возбудимости подкорковых структур при этом оставался нормальным. При снижении давления (декомпрессии) до 4 атм возбудимость коры и ретикулярной формации возвращалась к контрольным значениям. В гелиокислородной среде, напротив, происходило прогрессирующее возбуждение всех исследованных мозговых структур, но особенно выраженное — в подкорковых отделах — гиппокампе и хвостом ядра. Следовательно, различные структуры все же по-разному реагируют на повышающееся давление. Гиппокамп, представляющий собой ключевое звено лимбической системы мозга и изменяющий свою функциональную активность уже при 15 атм гелиокса, возможно, является генератором судорог при НСВД. В этой связи представляют интерес недавние опыты французских ученых, поместивших культуру клеток, выделенных из гиппокампа крыс, в условия гипербарии и получивших картину спонтанной судорожной электрической активности при давлении гелиокислородной смеси 80 атм. С другой стороны, хвостатое ядро, тесно связанное

³ Kauffman E. T. et al // Electroencephalogr. and Clin. Neurophysiology. 1979. V. 47. N 1. P. 31—40.



Изменение уровня возбудимости различных структур головного мозга кроликов в: сверху — азотно-кислородной среде под давлением 10 атм; внизу — гелиокислородной среде под давлением 40 атм.

с черной субстанцией и также входящее в экстрапирамидную систему, участвует в возникновении тремора.

Вопросы, связанные с нейрофизиологической деятельностью организма, неотделимы от проблем нейрохимической регуляции. Передача информации от клетки к клетке, осуществляемая при помощи медиаторов и являвшаяся до недавних пор прерогативой фундаментальных наук, в настоящее время успешно изучается «прикладниками». Уровень вышеупомянутого медиатора дофамина в организме может быть изменен с помощью его фармаколо-

гических блокаторов или активаторов. Поэтому, если предположить, что при НСВД содержание дофамина в мозге падает, этот процесс может быть скорректирован такими препаратами, как л-ДОФА или апоморфин. И действительно, введение кроликам этих фармакологических веществ способствовало уменьшению выраженности такого характерного симптома НСВД, как тремор. Тем не менее пороги возникновения и интенсивность судорожных приступов при этом не менялись. И наоборот, введение блокатора дофаминергических рецепторов галоперидола, снижая судорожные проявления, не влияло на тремор. Возможно, по мере развития НСВД происходит двухфазное изменение содержания дофамина в центральных структурах мозга — вслед за угнетением, поведенческим отражением которого является тремор, следует увеличение уровня дофамина, коррелирующее с возникновением судорог.

Однако дофамин — далеко не единственный медиатор. Наряду с ним в организме человека и животных взаимодействуют еще несколько основных функционально увязанных химических посредников, не считая веществ белковой природы, нейропептидов, модулирующих медиаторный сигнал. Пожалуй, среди них к возникновению НСВД более других причастны некоторые аминокислоты — гамма-аминомасляная кислота (ГАМК), классический тормозной медиатор и возбуждающие аминокислоты — аспартат и глутамат. Широко представленные в мозге, эти аминокислоты работают реципрокно, а дисбаланс в их взаимоотношениях приводит к преобладанию процессов возбуждения либо торможения в той или иной функциональной системе. Следовательно, для коррекции НСВД необходимо было либо повысить активность ГАМК, либо понизить активность возбуждающих аминокислот. Первые эксперименты дали весьма обнадеживающие результаты. С помощью соответствующих фармакологических препаратов у животных удалось уменьшить пороги возникновения и выраженность судорожных симптомов НСВД, но препарат, полностью снимавший его проявления, найден не был. Более того, некоторые вещества кроме основного эффекта обладали и побочным, седативным. Таким образом, защита от НСВД заключалась в искусственном понижении нормальной возбудимости животного. Схожее протекторное действие в отношении НСВД оказывал и целый ряд снотворных или наркотических средств. Однако работа под водой абсолютно несовместима с

употреблением фармакологических веществ, нарушающих адекватность реакций человека.

Антагонизм давления и анестезии, замеченный несколько десятилетий назад, получил теоретическое обоснование в «гипотезе критического объема», согласно которой повышенное давление приводит к сжатию клеточной мембраны, а молекулы наркотического вещества, растворяясь в липидах мембраны и расширяя ее до определенной величины, препятствуют нормальному функционированию клетки, чем и вызывают наркоз. На этом, собственно, и было основано введение в гелиокислородную смесь азота, обладающего под повышенным давлением наркотическими свойствами. Однако и «тримикс» не явился панацеей. При передозировке азота у акванавтов возникали признаки наркоза, а при его недостатке в смеси — НСВД. Более того, эксперименты, проведенные на обезьянах в Институте эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова под руководством профессора И. Т. Демченко, показали, что даже при высоком процентном содержании азота в газовой смеси при давлениях свыше 60—70 атм развивался выраженный НСВД⁴.

Итак, в настоящее время можно выделить три основных направления оптимизации водолазного спуска с целью освоения глубин Мирового океана, которые пока еще считаются предельными.

Первый из них связан с тщательным профессиональным отбором и тренировкой водолазов. Индивидуальная устойчивость людей к токсическому влиянию газов — разбавителей кислорода под повышенным давлением необычайно различна. Например, французская фирма «КОМЕКС», занимающаяся глубоководными спусками, не считает излишним тратить более 30 тыс. франков на одного водолаза лишь для того, чтобы определить с помощью физиологических и психологических методов степень его сопротивляемости НСВД. К тому же данную сопротивляемость можно до некоторой степени повысить, адаптируя организм человека регулярными тренировками, проводимыми в барокомплексах.

Второе направление связано с усовершенствованием состава дыхательных смесей, наилучшей из которых является гелиоводородно-кислородная, поскольку водород обладает менее выраженным, по сравнению с азотом, наркотическим эффектом. В то же время такая газовая смесь является и менее

«плотной», что значительно облегчает дыхание на глубине.

И, наконец, третьим перспективным направлением можно считать фармакологическую коррекцию азотного наркоза и НСВД, для чего необходимо тщательнейшим образом изучить ее возможности в опережающих исследованиях на животных.

Такой подход имеет огромное теоретическое и прикладное значение и подразумевает выделение новой подотрасли науки — гипербарической фармакологии. Однако она, пожалуй, еще более проблематична, чем уже оформившаяся космическая фармакология. Сложность задачи, в основном, здесь заключается в том, что и азот, и гелий, и водород под повышенным давлением начинают действовать как дополнительные фармакологические реагенты. Влияние каждого из этих газов в комбинации с воздействием высокого давления как такового приводит к ситуациям, когда эффект фармакологического вещества в зависимости от состава смеси и величины давления меняется вплоть до противоположного, дозировки, являющиеся при атмосферном давлении подпороговыми, становятся токсичными, растет проницаемость гематоэнцефалического барьера, нарушается характер связывания препарата с рецептором и происходят другие изменения фармакодинамики.

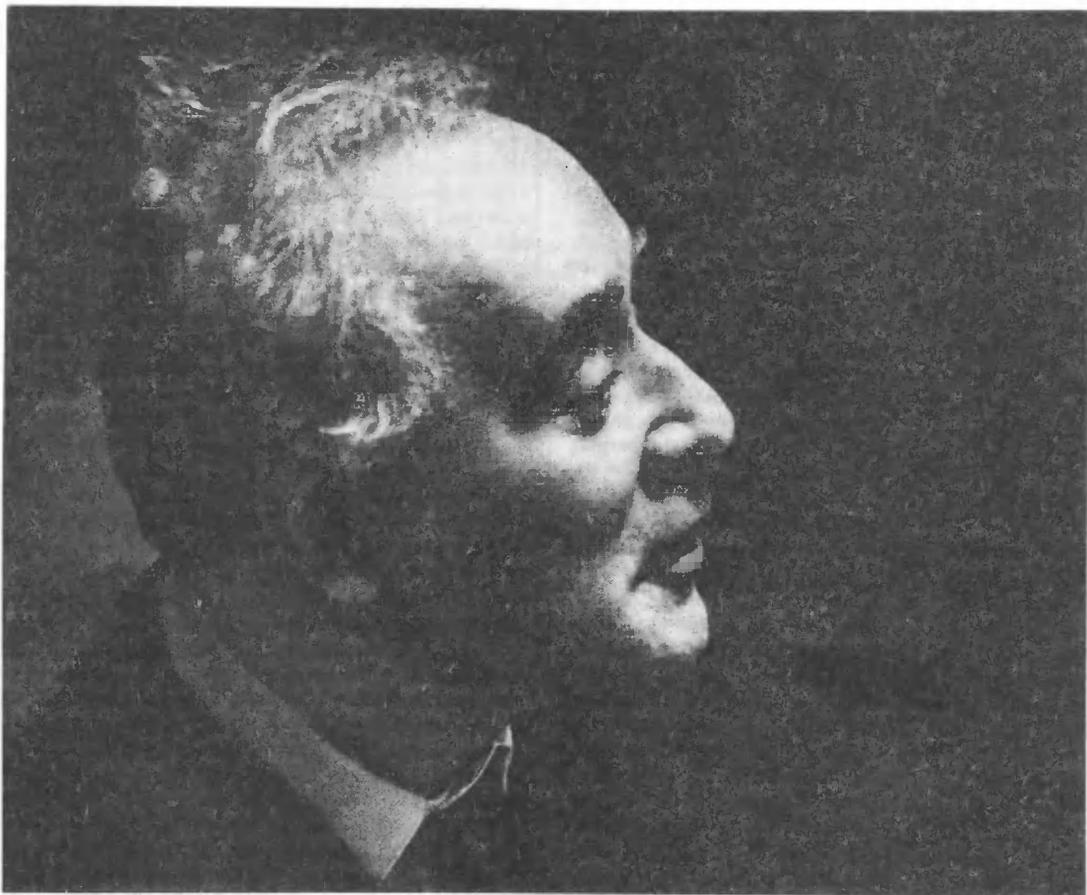
Современный глубоководный спуск проводится методом «насыщенного погружения», при котором человек находится в условиях гипербарии в течение нескольких недель. Поэтому вопросы медикаментозного лечения обычных и профессиональных заболеваний должны быть увязаны с особенностями влияния на организм каждого из видов газовой смеси. Отсюда вытекает неизбежность и актуальность широчайшего «гипербарического скрининга» фармакологических веществ. Например, если по незнанию (а глубокими знаниями в гипербарической фармакологии не может похвастаться ни один водолазный врач) акванавту при сравнительно безобидном давлении гелиокса 15 атм будет введен препарат, активирующий холинергическую медиаторную систему, то исход, скорее всего, будет летальным. И наоборот, антагонизм давления и анестезии может быть положен в основу лечения некоторых видов острых отравлений. Подмеченное американцами влияние водорода под повышенным давлением на рост опухолевых клеток у крыс, возможно, найдет применение в онкологии, а познание механизмов гипербарии поможет в решении проблем эпилепсии, наркоза, паркинсонизма и других патологических состояний.

⁴ Демченко И. Т., Шарапов О. И. // Физиол. журн. им. И. М. Сеченова. 1992. Т. 78. № 3. С. 1—6.

Уникальный физик и Учитель физиков

(О Льве Давидовиче Ландау — физике и человеке)

В. Л. Гинзбург



Лев Давидович Ландау (22.I 1908—1.IV 1968).

ЛЬВУ ДАВИДОВИЧУ ЛАНДАУ было всего 54 года (без двух недель), когда 7 января 1962 г. он попал в автомобильную катастрофу. Ландау прожил еще шесть лет (он скончался 1 апреля 1968 г.), но тяжело больным человеком и работать совсем не мог. Таким образом, как физик Ландау ушел от нас уже 30 лет назад и,

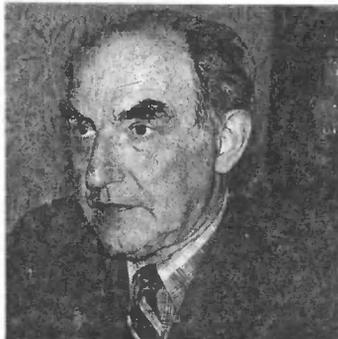
следовательно, помнить его «в действии», помнить его семинары могут лишь люди старше 45—50 лет. Для более молодых физиков, а их большинство, Ландау и связанное с ним стало легендой, живой легендой, ибо многие работы Ландау и особенно его книги продолжают широко использоваться. По этой причине, да и по некоторым другим, память о Ландау жива, интерес к нему как к замечательному физiku и яркой лич-

ности остается неизменным. Удовлетворить этот интерес лучше всего может книга «Воспоминания о Л. Д. Ландау»¹. Однако и в ней далеко не все отражено, и до сих пор рассказы о Ландау собирают большую аудиторию. Так, на моем докладе о жизни Ландау, о нем как физике собралось более 200 человек (доклад состоялся 9 сентября 1992 г. на Общественном теоретическом семинаре, проходящем по средам в Физическом институте им. П. Н. Лебедева РАН). Именно этот доклад и послужил редакции «Природы» поводом предложить мне написать настоящую статью.

Делаю это с некоторым чувством тревоги. Во-первых, неизбежны какие-то повторы уже опубликованного. Во-вторых, как показывает опыт, в своих воспоминаниях об ушедших от нас я пишу и о себе. С одной стороны, это естественно, но, с другой стороны, может раздражать. К сожалению, ничего не могу поделать и хотел бы лишь заверить читателей, что делаю это отнюдь не с целью напомнить о своей персоне, просто вспоминаешь в первую очередь связанное с самим собой. В-третьих, я против того, чтобы воспоминания превращались в иконопись, как это нередко бывает. Даже великий человек остается человеком, не бывает безгрешным и всегда правым. О Ландау я вспоминаю с очень большим уважением и добрым чувством, но не забываю об его недостатках и ошибках. Кстати, эти ошибки, касающиеся физики, всегда были интересными и поучительными. И, наконец, нижеследующее изложение довольно фрагментарно, но в журнальной статье вряд ли можно нарисовать более полную картину.

БИОГРАФИЯ

Лев Давидович Ландау родился 22 января 1908 г. в Баку. Его отец был инженером-нефтяником, мать — врачом, одно время занималась научной деятельностью в области физиологии. У Л. Д. была сестра Софья, немногим его старше. Не думаю, что Ландау можно назвать вундеркиндом, но его способности проявились очень рано. Он окончил школу в 13 лет, самостоятельно изучил основы математического анализа и говорил, что плохо помнит себя не умеющим дифференцировать и интегрировать. Прочувшись год в техникуме, Ландау в 1922 г. поступил на физико-математический факультет Бакинского университета, а через два



Виталий Лазаревич Гинзбург, академик, советник в Отделе теоретической физики им. И. Е. Тамма Физического института им. П. Н. Лебедева РАН. Специалист в области физики элементарных частиц, теории излучения, оптики, теории конденсированных сред (сверхпроводимости), физики плазмы, радиофизики, астрофизики. Лауреат Ленинской и Государственной премий. Иностранный член Национальной академии наук США, Лондонского Королевского астрономического общества, других академий и обществ. Неоднократно печатался в «Природе».

года перешел на физическое отделение Ленинградского университета. Нужно иметь в виду, что Ленинград был тогда главным центром советской физики, и именно там Ландау приобрелся к теоретической физике, переживавшей в то время период бурного расцвета (достаточно напомнить, что в 1924—1927 гг. была создана квантовая механика).

Ландау очень много работал, что было характерно для него и в дальнейшем. Теоретическая физика, да и физика в целом, восхищала его. По словам его ближайшего ученика и друга Евгения Михайловича Лифшица, Ландау считал, что изучение квантовой механики дало ему «не только наслаждение истинной научной красотой, но и острое ощущение силы человеческого гения, величайшим триумфом которого является то, что человек способен понять вещи, которые он уже не в силах вообразить»². В 1927 г. Лев Давидович окончил университет, но еще до этого, в 1926 г., в 18-летнем возрасте опубликовал свою первую научную работу. Кстати, Ландау любил определять возраст физиков по времени опубликования их первой работы. Так, он говорил, что старше меня

¹ Воспоминания о Л. Д. Ландау. М., 1988. В 1989 г. эта книга вышла в английском переводе (Pergamon Press, Oxford).

² Там же. С. 10.



Фотография харьковского периода.

на 13 лет, поскольку моя первая публикация относится к 1939 г., фактически же он был старше меня только примерно на 9 лет.

С 1927 г. Ландау работал в Ленинградском физико-техническом институте, а в 1932 г. переехал в Харьков, где создал теоретический отдел во вновь организованном Украинском физико-техническом институте (УФТИ). Но еще в ленинградский период он на полтора года уехал за границу и работал в Дании, Англии и Швейцарии. Самым важным для него оказалось пребывание в Копенгагене, в институте Нильса Бора. В дальнейшем Лев Давидович считал себя учеником Бора, о сильном влиянии на него коглибо другого мне слышать не приходилось. Ландау еще дважды посещал Копенгаген (в 1933 и 1934 гг.), уже в харьковский период, закончившийся в 1937 г. с переходом в Институт физических проблем в Москве. Значение упомянутых поездок за границу трудно переоценить. Ландау имел возможность общаться почти со всеми лидерами теоре-

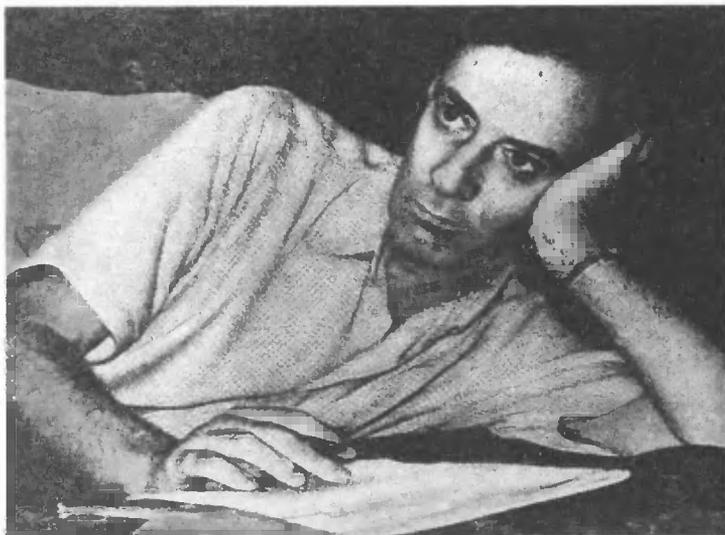
тической физики того периода, оказался прямо в самом «горячем месте». Правда, он не раз сетовал (пусть и шутя), что поздно родился, не успел созреть к моменту создания квантовой механики. Поэтому, по его словам, все важные работы уже были сделаны (а все красивые девушки уже вышли замуж). И действительно, Ландау успел выполнить лишь одно крупное исследование по диамагнетизму электронного газа (1930 г.), которое относят к числу классических работ в области нерелятивистской квантовой механики.

В Харькове Ландау преподавал, заложил фундамент своей школы, выполнил ряд ценных научных исследований. В этот же период он создал свой «Теорминимум» и начал писать совместно с учениками курс теоретической физики, а также другие книги. Сейчас как раз было бы уместно остановиться на роли Ландау как учителя, Учителя с большой буквы. Однако рамки статьи не дают возможности это сделать. Поэтому, опять отсылая читателей к «Воспоминаниям», ограничусь лишь общим замечанием. Значение и «место» Ландау в физике XX в. определяются сочетанием трех факторов: его научными достижениями, исключительной универсальностью — владением всей теоретической физикой и, наконец, призванием учить. Как раз произведение трех таких сомножителей особенно велико и характерно для феномена Ландау.

Мирное, в общем, течение жизни Ландау было прервано его арестом 27 апреля 1938 г. Почти точно через год (28 апреля 1939 г.) его выпустили из тюрьмы (о чем речь еще пойдет). К счастью, выйдя на свободу, Лев Давидович смог быстро восстановить силы и приняться за дело: в центре его внимания оказались свойства жидкого гелия. Он продолжал много работать, в том числе в эвакуации в Казани, вплоть до уже упоминавшейся автокатастрофы.

В 1946 г. Ландау в возрасте 38 лет был избран действительным членом (академиком) Академии наук СССР, минуя обычную в таких случаях «стажировку» в членах-корреспондентах. Несомненно, это избрание было следствием выдающихся достижений Ландау. Тем не менее оно делает честь советским физикам старшего поколения, ибо многих из них острая критика и некоторые манеры Ландау, по всей вероятности, весьма раздражали. Подняться над такими чувствами, как показывает жизнь, весьма нелегко. Как у нас, так и за границей деятельность Ландау была отмечена присуждением ряда премий и медалей, избранием

Любимое рабочее положение. Фото 30-х годов.



в члены иностранных академий. Ограничусь упоминанием того, что в 1962 г. Ландау была присуждена Нобелевская премия по физике «за пионерские исследования в теории конденсированного состояния материи, в особенности жидкого гелия».

АРЕСТ И ТЮРЬМА

На дверях кабинета Ландау в УФИ висела табличка: «Л. Ландау. Осторожно, кусается!» Разумеется, это было проявлением чувства юмора, но, как говорят, во всякой шутке есть доля правды. Ландау бывал, особенно в молодости, горяч и резок. Он не думал о форме своих замечаний. Вспоминается, например, такой случай. Ландау разнес во время доклада одного почтенного профессора. Тот был очень обижен и огорчен. А когда об этом сказали Ландау, он ответил: «Не понимаю, почему он обижается, я ведь не назвал его идиотом, а сказал лишь, что его теория идиотская». За резкостью Ландау не скрывалась недоброжелательность, но не все могли это понять и оценить. Ученики его уважали и любили, многие другие физики также знали цену Ландау и понимали, какую огромную пользу он приносит даже только своей критикой. Но были и физики, не говоря уже о нефизиках, которых Ландау отпугнул своими манерами, а то и вызвал недобрые чувства блеском ума, легкостью понимания и т. д.

В общем, недругов у Ландау было достаточно, а тут еще в 30-е годы усилилась «охота на ведьм», то бишь вредителей. В УФИ, как и почти везде, атмосфера на-

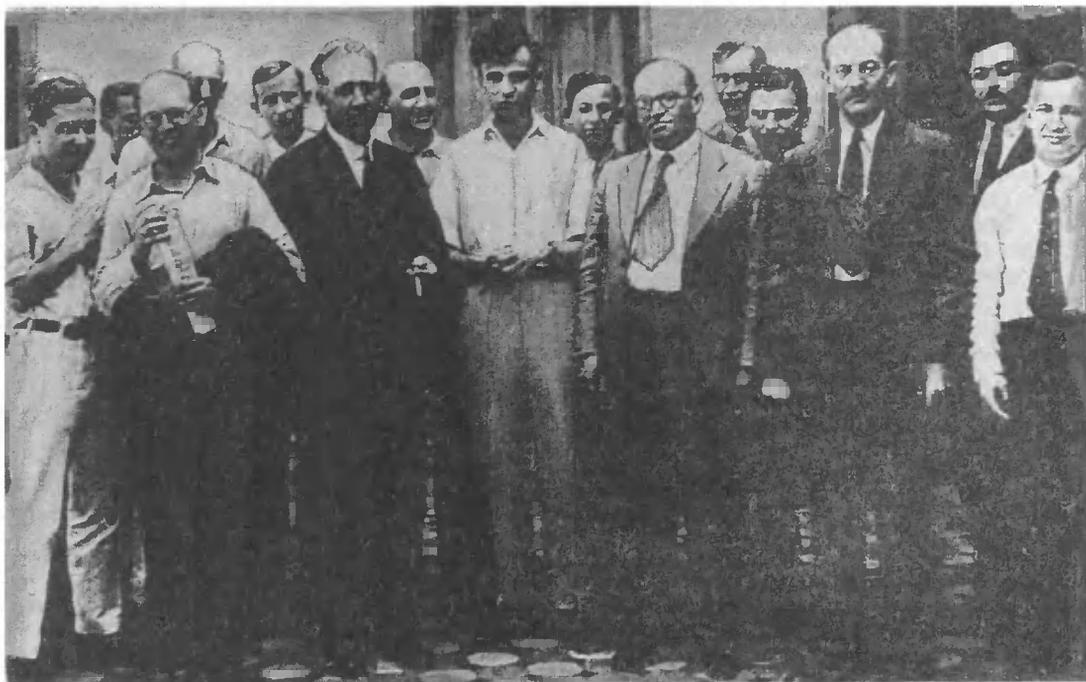
калялась, тучи над Ландау сгущались, переезд в Москву весной 1937 г. не помог. В Харькове были арестованы его друзья, среди которых упомяну выдающегося физика-экспериментатора Льва Васильевича Шубникова, так и погибшего в застенках НКВД (еще в 1937 г. он был расстрелян)³. В такой ситуации арест Ландау естественно было приписать доносам и «выбитым» при допросах «показаниям» арестованных ранее сотрудников УФИ. Так, признаюсь, и я всегда думал. Кстати, не раз приходилось быть свидетелем такой сцены. Бывшего узника ГУЛАГа спрашивают: «За что сидели?» А вопрошаемый возмущается: «Как это за что, да, разумеется, ни за что, по доносу».

В случае же с Ландау ситуация оказалась не столь простой. В 1991 г. была опубликована статья «Лев Ландау: год в тюрьме»⁴, а затем и две статьи Г. Е. Горелика⁵, получившего возможность ознакомиться с делом Ландау в архиве КГБ. В основном Ландау обвинялся в совершенно вздорных «вредительских» действиях в УФИ. Но был и еще один пункт обвинения — участие в составлении (уже в Москве) некой листовки, содержащей резкую критику сталинского строя и Сталина. Текст листовки таков, что по тем временам вполне

³ Веркин Б. И., Гредескул С. А., Пастур Л. А. и др. Лев Васильевич Шубников // Природа. 1989. № 1. С. 89—97.

⁴ Известия ЦК КПСС. 1991. № 3. С. 134.

⁵ Горелик Г. Е. «Моя антисоветская деятельность...» (Один год из жизни Л. Д. Ландау.) // Природа. 1991. № 11. С. 93; Он же. // Свободная мысль. 1992. № 1. С. 45. Но особенно я рекомендую статью в «Природе».



Среди сотрудников Украинского физико-технического института. В центре Л. Д. Ландау, слева от него Н. Бор, справа — Я. И. Френкель. Харьков, 30-е годы.

мог оказаться поводом для расстрела. Я не раз слышал от самого Ландау, что когда-то он был марксистом и вполне прозрел лишь в тюрьме. Поэтому мне даже трудно поверить, что еще раньше он понимал сущность сталинизма примерно так же, как мы ее понимаем сегодня. А листовка свидетельствует именно об этом. Естественно было бы предположить, что история с листовкой является провокацией НКВД.

Однако расследование, предпринятое Гореликом, скорее свидетельствует о подлинности листовки и о том, что Ландау видел ее до ареста. Так или иначе, НКВД, к счастью, не придавал листовке особого значения: видимо, на фоне дутых обвинений во вредительстве в УФТИ и т. д. листовка не выглядела столь ярко. Но и без учета ее роли нет сомнений, что Ландау оказался бы приговоренным если и не к расстрелу, то к долгим годам заключения. И фактически это было бы смертным приговором, ибо здоровье Ландау всегда было слабым. К тому же он говорил (в том числе и мне), что был близок к гибели уже в тюрьме, так как не мог есть кашу, которая, видимо, составляла существенную часть тюремного

рациона. Спас Ландау П. Л. Капица, написавший в его защиту письма Сталину, Молотову и Берии. (Эти письма помещены в приложениях к «Воспоминаниям»). Там же помещено письмо в защиту Ландау, отправленное Н. Бором Сталину.)

В результате Ландау был освобожден «под личное поручительство» Капицы. Однако дело его «за отсутствием состава преступления» было прекращено лишь 23 июля 1990 г. (см. сноску 4). Заслуги Капицы в спасении Ландау бесспорны и достойны самой высокой оценки. К сожалению, Капица не понимал, что сделанное не дает ему права обращаться с Ландау весьма грубо, чему я сам был свидетелем. На обращенный к Ландау вопрос, как же он может терпеть такую грубость, он отвечал: «Капица перевел меня из отрицательного состояния в положительное, и поэтому я бессилён ему возражать». Вообще Ландау часто заявлял, что после тюрьмы «стал христианином», т. е., насколько я понимаю, не склонен был бороться с начальством и т. п. К счастью, тюрьма не сломала его как физика.

В тюрьме не давали бумаги и карандашей. Поэтому Ландау пытался заниматься теоретической физикой в уме. В частности, он преуспел в выводе некоторых гидродинамических соотношений. Они оказались уже известными, но, конечно, полученные Лан-

дау в уме результаты помогли ему и Е. М. Лифшицу, когда писался том их курса, посвященный гидродинамике.

КГБ отнюдь не обошел Ландау вниманием и после освобождения. Его телефонные разговоры прослушивались, секретные агенты писали донесения. Это ясно видно из опубликованной недавно справки КГБ, направленной 20 декабря 1957 г. в ЦК КПСС под грифом «совершенно секретно»⁶. Интереснейший документ, характеризующий взгляды Ландау, во многом звучащие вполне современно. Но меня больше всего поразило, что, согласно этому документу, доносы писали близкие Ландау люди. Цитирую: «Один из наиболее близких лиц к Ландау по вопросу его поездки за границу в 1957 г. сообщил...» Далее следует совет, принятый, очевидно, к руководству, — Ландау за границу не пускать. Еще одна цитата: «По сообщению одного из агентов, являющегося приближенным для него лицом, Ландау считает, что успех демократии будет одержан лишь тогда, когда класс бюрократии будет низвергнут». Кто же они, эти «близкие» или «приближенные» к Ландау люди и одновременно агенты КГБ? Почему общественность не должна об этом узнать? Были же недавно названы агенты среди высших иерархов православной церкви⁷. Так же нужно поступать и в других случаях, в частности, в отношении Ландау.

⁶ Чекистам повезло. Они «слушали» самого Ландау. // Комс. правда. 1992. 8 августа.

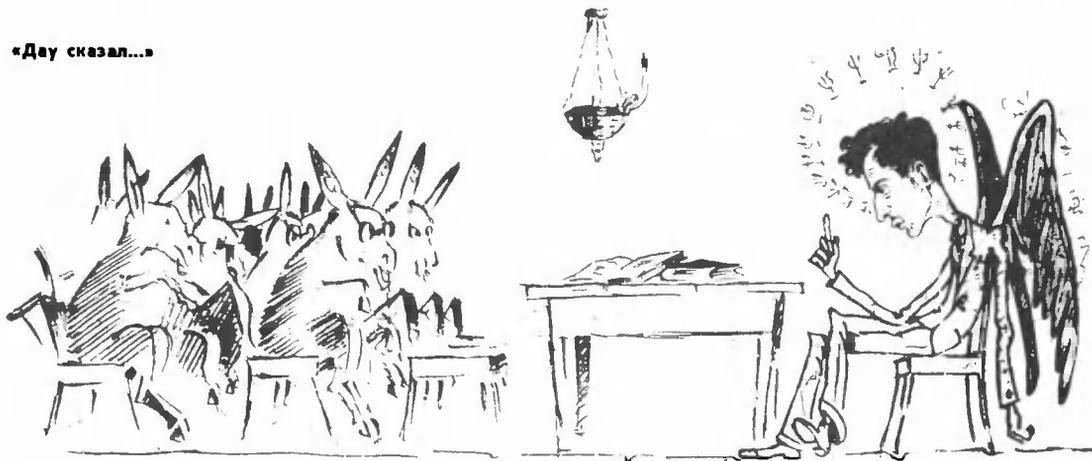
⁷ См., например, статью М. Поздняева в журнале «Столица» (1992. № 36. С. 1); ранее на ту же тему были опубликованы две статьи в «Огоньке».

МОГ ЛИ ЛАНДАУ СДЕЛАТЬ БОЛЬШЕ? БЫЛ ЛИ ОН КОНСЕРВАТОРОМ?

Талант Ландау был так ярок, владение аппаратом теоретической физики столь отточено, что он мог бы, кажется, сделать больше, решить еще более трудные проблемы. Как-то к слову я высказал такое предположение в разговоре с Ландау. Но он, словно и раньше думал об этом, сразу же и очень четко ответил: «Нет, это неверно, я сделал, что мог». Нужно думать, что Ландау был прав, он ведь много, в общем, работал, пытался решить и очень трудные задачи. Так, много сил потратил на попытку создать теорию фазовых переходов второго рода за пределами приближения самосогласованного поля. Ландау как-то сказал мне, что ни на одну задачу не потратил больше сил, чем на эту, но, как известно, особого успеха не добился. Ландау не раз уверял также, что он не изобретатель и ничего не изобрел. Если говорить об изобретении каких-то приборов или устройств, это верно. Конструкторской жилки и некоторых черт, свойственных изобретателям, у Ландау не было. Трезвый ум высокообразованного физика-теоретика и аналитика как-то ортогонален по отношению к изобретательскому стилю с его поисками в темноте, комбинаторикой, методом бесконечных проб и ошибок. Но Ландау был очень изобретателен, когда речь шла о решении сложных задач, поисках новых методов.

Высокая критичность Ландау, зачисление им в разряд патологии многих идей, или, точнее, намеков на идеи, идут от трезвости и ясности, глубокого знания физики. К тому же он не заботился о форме своих

«Дау сказал...»



замечаний, был как-то очень искренен и непосредственен. Это часто создавало впечатление о категоричности мнений Ландау, о его нежелании воспринимать новые идеи. Я говорю именно о «впечатлении», поскольку, по сути дела, Ландау очень часто соглашался — пусть не сразу — и со спорными гипотезами и вообще с новыми веяниями. Поэтому-то я не считаю обоснованным и мнение, с которым приходилось встречаться, о подлинном консерватизме Ландау. Трудно, конечно, взвешивать степень консерватизма на аптекарских весах. Трудно решить, где кончается настоящий консерватизм и начинается «здоровый консерватизм», т. е. понимание того обстоятельства, что ломать старое нужно только при наличии глубоких оснований. Думаю, ярким доказательством того, что Ландау не был консерватором, является его последняя публикация — статья «О фундаментальных проблемах», опубликованная в 1960 г. в сборнике памяти В. Паули⁸. В этой статье Ландау высказывает мнение, что «гамильтонов метод для сильных взаимодействий изжил себя и должен быть похоронен». Таким образом, он был готов к крутой ломке фундаментальной теории, хотя, как затем выяснилось, гамильтонов метод далеко не был исчерпан и лег в основу квантовой хромодинамики.

КАК ЛАНДАУ ОШИБАЛСЯ. МЕШАЛ ЛИ ОН «СОТВОРИТЬ ВЕЛИКОЕ»

Не ошибается только тот, кто не работает — эта известная сентенция совершенно справедлива. Менее тривиально другое — ошибки выдающегося человека бывают поучительны. Это, несомненно, относится к Ландау.

Начну с примера, интересного в нескольких планах. В нашей единственной совместной с Ландау работе, опубликованной в 1950 г., была построена феноменологическая, или макроскопическая, теория сверхпроводимости (быть может, правильнее назвать эту теорию квазимакроскопической; кажется, Ландау предпочитал именно такой термин⁹). Центральное место в ней занимает уравнение для некоторого параметра порядка — «эффективной волновой функции сверхпроводящих электронов» Ψ . Член этого уравнения, зависящий от векторного потенциала

$$\vec{A}, \text{ имеет вид } \frac{1}{2m^*} \left(-i\hbar \nabla - \frac{e^*}{c} \vec{A} \right)^2 \Psi$$

⁸ Эту, как и другие статьи Л. Д. Ландау, можно найти в кн.: Ландау Л. Собр. трудов. М., 1969. Т. 1—2.
⁹ Гинзбург В. Л., Ландау Л. Д. К теории сверхпроводимости // Ландау Л. Собр. трудов. Т. 2. С. 126.

и, очевидно, вполне подобен соответствующему члену в уравнении Шредингера для частицы с зарядом e^* и массой m^* . Что касается «массы» m^* , ее можно выбрать произвольно, поскольку величина $|\Psi|^2$ непосредственно не измеряется. В настоящее время чаще всего полагают (и это удобно) $m^* = 2m$, где m — масса свободного электрона. Но каков смысл заряда e^* ?

Поскольку развивается феноменологическая теория, мне с самого начала казалось, что заряд e^* есть некоторый эффективный заряд, который может и не равняться заряду свободного электрона e . Но Ландау отверг эту мысль, и в нашей статье фигурирует типичная для Ландау фраза о том, что заряд e^* «нет оснований считать отличным от заряда электрона». Никаких конкретных оснований настаивать на введении эффективного заряда e^* у меня тогда не было, и, насколько помню, более подробного обсуждения этого вопроса не состоялось. Однако через несколько лет, в процессе развития теории, сравнивая ее с экспериментальными данными, я пришел к выводу, что введение эффективного заряда $e^* = (2-3)e$ сильно улучшает согласие теории с опытом¹⁰. Естественно, я сообщил об этом Ландау, и теперь уже он высказал свое возражение против введения эффективного заряда $e^* \neq e$ в явном виде (возможно, этот аргумент был ему известен и ранее, когда писалась наша статья). Именно, эффективный заряд, подобно эффективной массе, может зависеть от давления, температуры, состава металла и т. д. Значит, e^* может и, вообще говоря, будет зависеть и от координат (скажем, в силу неоднородности образца или зависимости температуры от координат). Но при этом нарушается градиентная инвариантность теории. Я попытался как-то обойти эту трудность, но не преуспел, и было ясно, что соображение Ландау вполне обоснованно.

В своей статье, опубликованной в «ЖЭТФ» в 1955 г. (т. 29, с. 748), я так и написал «все как есть», т. е. указал на возможность существенно улучшить согласие теории

¹⁰ В теории фигурирует безразмерный параметр χ , причем $\chi^2 = \frac{2(e^*)^2}{\hbar^2 c^2} H_c^2 \delta_0^4$, где H_c — критическое магнитное поле, δ_0 — глубина проникновения внешнего магнитного поля в сверхпроводник. Величины H_c и δ_0 непосредственно измеряются (в нашей работе речь шла о сверхпроводниках первого рода, для которых $\chi < 1/\sqrt{2}$). Параметр χ можно также непосредственно определить из данных о поверхностной энергии между сверхпроводящей и нормальной фазами и из предельного поля переохлаждения. Таким образом, зная H_c , δ_0 и χ , можно найти значение e^* .

На отдыхе в Боржоме. Слева —
Е. М. Лифшиц, 1960 г.



с опытом путем введения заряда $e^* = (2-3)e$ и, с разрешения Ландау (и, конечно, со ссылкой на него), привел его возражение. Как известно, вскоре появилась микроскопическая теория сверхпроводимости Бардина, Купера и Шриффера (БКШ), в которой заряд $e^* = 2e$ в силу образования пар. Признаюсь, мне до сих пор обидно и до какой-то степени даже стыдно, что я не подумал о такой возможности — ведь аргумент Ландау отпадает, если эффективный заряд e^* является универсальным, в частности, равен $2e$ независимо от температуры, состава и т. д. Но ведь и Ландау (а также никто другой) тоже не подумал о возможности ввести универсальный заряд $e^* \neq e$. Значит, эта, кажущаяся сейчас тривиальной, мысль была тогда совсем не очевидной, на что есть свои причины. О них скажу ниже.

Сейчас же хочу подчеркнуть другое. Не раз мне приходилось слышать разговоры о том, что Ландау своей острой критикой кому-то помешал если и не сотворить великое, то, по крайней мере, получить и (или) опубликовать выдающиеся по важности результаты. Действительно, Ландау критиковал, «незвизрая на лица», делал это горячо и далеко не всегда в вежливой форме. Но таков был его стиль, и, как уже упоминалось, знавшие Ландау были уверены, что даже резкие выражения обычно не свидетельствовали о недоброжелательности. Ну а о том, чтобы помешать продолжению работы и публикациям, в известных мне случаях не могло быть и речи. История с эффективным зарядом, как мне кажется, достаточно показательна в этом отношении. Ведь Ландау решительно возражал против возможности вводить эффективный заряд,

но не только не препятствовал публикации моей упомянутой статьи, но разрешил, сославшись на него, привести соответствующую аргументацию. Должен, впрочем, заметить, что я не работал в руководимом Ландау отделе теоретической физики и, формально говоря, не был его учеником (к сожалению, не сдавал и теорминимум). Не думаю, однако, что эта оговорка существенна.

Более интересно подчеркнуть другое. Важные научные достижения и открытия появляются, как правило, не на ровном месте. Кто-то другой, иногда даже многие, уже думали о том же самом, может быть, находились вблизи цели, но чего-то не хватило, что-то было недопонято, не оценено. Кто в этом виноват? Во-первых, исключительно велика игра случая. Конечно, я не имею в виду теорию относительности и, вообще, великие и глубокие идеи. Но когда речь идет о каком-то эффекте, частном явлении, теореме, то причин, в силу которых данный физик не додумал, «не дождал», недооценил и не опубликовал, может быть сколько угодно. И, во-вторых, непонимание самим автором важности полученного или почти полученного им результата является лучшим показателем того, что и сам-то результат был найден полуслучайно, а то и вообще не был получен, и это лишь кажется автору задним числом (бывает и так, причем я имею в виду не сознательный обман, а некий известный психологический эффект).

В связи со сказанным приведу такой рассказ. Некий физик А. в разговоре с физиком Б. заметил, что получил уравнение



В. Гейзенберг (с л е в а), и Л. Д. Ландау на конференции в Киеве. 1960 г.

Шредингера еще до Шредингера, но не стал публиковать статью, ибо не считал результат достаточно важным. На это Б. ответил: не советую еще кому-либо рассказывать об этом, ибо не вывести уравнение Шредингера не стыдно, но вот что действительно стыдно, так это получить столь замечательный результат и не понять его значения. К сожалению, я не помню точно, но кажется, я слышал этот рассказ от Ландау и именно он выступал в роли физика Б. Во всяком случае, мнение Ландау было именно таким.

Коротко говоря, Ландау мог, конечно, не понять, не поддержать или даже раскритиковать какую-то смутную идею, вынесенную на его суд. Но, как я считаю, просто смехотворно считать его ответственным за то, что эта идея потом в чьих-то руках оказалась плодотворной. Замечу также, что Ландау в целом был очень терпим (отдельные исключения не меняют этого вывода, ведь у многих людей имеется какая-то аномальная чувствительность по некоторым вопросам). В частности, Ландау был весьма либерален в вопросе публикации статей. Он, правда, выступал против опубликования статей, не содержащих новых результатов, а скажем, другой вывод уже известного. Вообще Ландау с каким-то презрением и раздражением говорил об «обоснованиях» (*Neubegründung* — он употреблял именно это немецкое слово). Впрочем, не помню, чтобы он активно мешал публиковать и подобные статьи, но уж заведомо для опубликования не требовалось его согласия с содержанием статьи (если, конечно, речь не шла о явных ошибках). Другое дело, что Ландау был противником легкой публикации статей

и, естественно, сам не все публиковал, как правило, не спешил с этим.

Позволю себе высказать суждение, что по поводу легкости или сдержанности в вопросах опубликования не может быть единого мнения — это вопрос стиля, вкусов автора. Думаю, отмеченная сдержанность Ландау в известной мере определялась и тем, что он очень не любил писать сам — известно, что даже его собственные (без соавторов) работы обычно писал кто-либо другой. Кроме того, как мне кажется, Ландау в какой-то мере руководствовался мыслью, что физик его ранга не должен публиковать мелочи и т. п.

В «Собрании трудов» Л. Д. Ландау помещено 98 статей, а также указано 17 статей и заметок, не включенных туда. Из этих 17 публикаций часть представляет собой краткие сообщения о включенных в «Собрание» работах. Нет в «Собрании» и некоторых статей, которые сам Ландау считал неправильными, среди них статья, опубликованная в 1933 г. и посвященная попытке объяснить сверхпроводимость на основе гипотезы спонтанных токов. Работу эту действительно можно считать неверной, но она содержит весьма интересный элемент¹¹, и я к ней обратился в 1978 г., через 55 лет после опубликования (1). Хорошо еще, что я знал о существовании этой статьи.

¹¹ По сути дела, Ландау рассматривал фазовый переход в состоянии со спонтанной плотностью тока J . Так поступать нельзя в связи с нарушением градиентной инвариантности. Но вместо J можно в качестве параметра порядка выбрать обладающую теми же трансформационными свойствами плотность торондного дипольного момента T . Так мы приходим к торонным магнетикам — новому типу магнетиков.

Возвращаясь к вопросу об опубликованном Ландау, отмечу, что число его статей могло быть значительно больше. Во-первых, как уже отмечалось, он далеко не все сделанное публиковал и, вообще, ни в малейшей мере не стремился увеличить число своих статей. Во-вторых, ему принадлежит немало результатов, сообщенных в статьях других авторов. Я вовсе не имею в виду заимствование (или, грубо говоря, плагиат). Речь идет о том, что советы и критика Ландау были бесценны и без них некоторые работы не увидели бы света или сильно потеряли в качестве. При этом Ландау иногда просто отказывался от соавторства, т. е. включения себя в число авторов.

Так, в 1943 г. я занимался вопросами о действующем поле в плазме (имелись в виду применения к земной ионосфере, т. е. плазма считалась разреженной). В то время ответ оставался неясным: одни авторы считали, что в этом случае действующее поле \vec{E}_g равно среднему макроскопическому электрическому полю \vec{E} , другие же полагали, что $\vec{E}_g = \vec{E}$ и, например,

$$\vec{E}_g = \vec{E} + \frac{4\pi}{3} \vec{P} = \frac{\epsilon+2}{3} \vec{E},$$

где $\vec{P} = \frac{\epsilon-1}{4\pi} \vec{E}$ — поляризация и ϵ — диэлектрическая проницаемость. Выяснить, кто прав, было не просто, во всяком случае при тогдашнем состоянии теории плазмы. Я путался, не знал, как добиться ясности, и обратился за советом к Ландау. Он с самого начала был убежден, что $\vec{E}_g = \vec{E}$, но был согласен, что это нужно доказать. Коротко

говоря, с помощью Ландау я доказал указанный результат и, естественно, принес Ландау статью, в которой он фигурировал в качестве соавтора. Но Ландау отказался от такого предложения, и я опубликовал статью один, поблагодарив Ландау «за детальное обсуждение вопроса» и за указание, как учитывать близкие соударения.

В своей статье, помещенной в «Воспоминаниях», я привожу еще один пример, когда Ландау отказался от включения в число авторов. Однако здесь мне не хотелось бы останавливаться на этом неприятном для меня случае, хотя он и менее тривиален, чем рассказанный выше. Почему Ландау отказывался от включения в число авторов, в точности не знаю, но думаю, в таких случаях он просто считал полученные результаты недостаточно интересными или ценными. Кстати, не все, пользовавшиеся советами и помощью Ландау, понимали их значение (это и действительно не всегда легко сделать), в силу чего публиковали результаты только под своим именем. Так, мне известны популярные в научной литературе результаты, которые по справедливости должны были бы носить и имя Ландау, а не только его соавторов.

Вернусь к теории сверхпроводимости и сверхтекучести. Ландау не догадался о возможности образования пар с зарядом $2e$, как мне кажется, не случайно. Конечно, такие предположения невозможно проверить, имею же я в виду следующее. Ландау длительное время считал, что бозе-статистика и бозе-эйнштейновская конденсация не имеют отношения к сверхтекучести гелия II. Основанием служил тот факт, что идеальный бозе-газ не должен быть сверхтекучим. Кроме того, Ландау казалось, что предпо-



В больнице после авткатастрофы. Справа — газетный магнат Максвелл. 1962 г.

ложение о бозе-статистике атомов ${}^4\text{He}$ не нужно для доказательства сверхтекучести гелия II. Фактически же бозе-статистика атомов ${}^4\text{He}$ для сверхтекучести гелия II существенна (насколько я знаю, это ясно показал лишь Р. Фейнман в 1953 г.). К сожалению, не помню, как реагировал Ландау на обнаружение того факта, что жидкий ${}^3\text{He}$, полученный в 1948 г., не является сверхтекучим вплоть до весьма низких температур, $T > 0,1\text{K}$ (отсюда очевидна роль статистики, ибо атомы ${}^3\text{He}$, в отличие от атомов ${}^4\text{He}$, подчиняются статистике Ферми). Во всяком случае, вплоть до создания в 1957 г. микротехники сверхпроводимости БКШ, идея о спаривании электронов была чужда Ландау, как, впрочем, и многим другим.

Я собирался привести и другие примеры того, как возражения Ландау, даже если они, как выяснялось впоследствии, и имели ограниченное значение, были обычно интересны и поучительны. Однако за недостатком места ограничусь лишь следующим упоминанием. Одно время Ландау считал, что плазмоны в твердых телах не могут существовать в качестве «хороших» квазичастиц, поскольку их затухание должно быть велико (того же порядка, что и период колебаний). Здесь нашел отражение один из любимых тезисов Ландау о том, что электроны и в нормальном (несверхпроводящем) металле отнюдь не образуют почти идеальный ферми-газ, «ибо закон Кулона еще никто не отменял». Как известно, в дальнейшем именно Ландау объяснил в своей теории ферми-жидкости (1956 г.), в чем тут дело. Что же касается плазмонов, в простых металлах они все же существуют (т. е. их затухание относительно мало).

ОТНОШЕНИЕ ЛАНДАУ К ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Он был очень категоричен в своем отрицании, во-первых, возможности вводить Λ -член и, во-вторых, как-то изменять или обобщать ОТО, даже, разумеется, не нарушая согласие теории с известными данными наблюдений. Здесь нашло отражение восхищение ОТО, которую Ландау называл «самой красивой из существующих физических теорий». С этим я, например, вполне согласен, но не мог понять, почему же этому противоречит существование Λ -члена. Насколько помню, физических аргументов против Λ -члена Ландау и не выдвигал, но, несомненно, в те времена и не было реальных аргументов в пользу существования Λ как фундаментальной постоянной, а сам Эйнштейн

считал, кажется, что, введя в 1917 г. этот член, совершил чуть ли не ошибку. Отрицательно относился к использованию Λ -члена и Паули. Это сейчас мы знаем, что Λ -член эквивалентен использованию в уравнении состояния $p = -\epsilon$ и в наши дни широко обсуждается в теории ранней Вселенной.

Что я, собственно, хочу проиллюстрировать сказанным? Ландау, как и его великие старшие современники Эйнштейн и Паули, придавал очень большое значение логической простоте и красоте фундаментальной теории. Он понимал, что использование такого подхода неизбежно и необходимо, когда речь идет о вопросах, для анализа которых еще не хватает опытных данных, а число теоретических возможностей велико. В этом сказывался и прагматизм Ландау. Ведь в то время, о котором я пишу, как ОТО, так и, в частности, основанная на ней релятивистская космология еще не находились в состоянии, оправдывающем введение Λ -члена и, тем более, какие-то обобщения ОТО.

КАК Я ПОЗНАКОМИЛСЯ С ЛАНДАУ

Хочется рассказать также, как я познакомился с Ландау, или, точнее, как впервые столкнулся с ним на научной почве (я видел Ландау и раньше и, возможно, мы формально даже были знакомы). В течение сравнительно короткого периода (в основном в 1940 г., но, возможно, и в конце 1939 г.) две группы теоретиков — одна, руководимая Ландау в Институте физических проблем АН СССР (ИФП), и другая, в которую входил и я и которую возглавлял И. Е. Тамм в Физическом институте им. П. Н. Лебедева АН СССР (ФИАН) — встречались попеременно на территории одной из них. Группы были невелики, из сотрудников Ландау того периода помню лишь Е. М. Лифшица. В памяти остались два совместных заседания. На одном, в ИФП, Ландау докладывал о теории сверхтекучести, и Тамм предложил термин «ротон». На другом заседании, в ФИАНе, Тамм начал рассказывать об одной из моих первых работ, посвященной квантовой теории излучения Вавилова — Черенкова (В. Ч.). Я показал, что условие этого излучения следует из законов сохранения энергии и импульса при излучении частицей фотона в среде с энергией $\hbar\omega$ и импульсом $\hbar\omega/c$, где $\hbar(\omega)$ — показатель преломления. Далее, конечно, была вычислена и интенсивность излучения В. Ч.

Но до интенсивности дело не дошло. Ландау сразу же проявил отрицательное отношение к моему расчету, сказав, что это

неинтересно, ибо эффект классический и ни к чему рассматривать его квантово. В известном отношении он был прав, ведь квантовые поправки в задаче об излучении В. Ч. порядка $\hbar\omega/mc^2$ (m — масса частицы) и в оптической области малы. Но очень часто какая-то новая интерпретация, новый подход или вывод бывают полезны. Так и в данном случае оказалось, что квантовый подход, использование законов сохранения дают новые результаты, скажем, в применении к эффекту Доплера в среде.

Я остановился на сказанном, чтобы, во-первых, еще раз продемонстрировать прагматизм Ландау, его нелюбовь к *Neubegündung*. Во-вторых, этот пример является, по крайней мере для меня, яркой демонстрацией роли вкусов и привязанностей в науке. Так, я люблю задачи, связанные с излучением В. Ч. и вообще с излучением равномерно движущихся источников. Ландау же был к этому кругу вопросов совершенно равнодушен, не считал эффект В. Ч. красивым. Проявлялось это не только в приведенном примере. Так, помню, я рассказал Ландау о работе, кажется, Боме и Пайнса, в которой обнаружено Ландау затухание плазменных (продольных) волн интерпретировалось как обратный эффект В. Ч. Но Ландау остался совершенно равнодушен к подобной интерпретации.

САМОКРИТИЧНОСТЬ ЛАНДАУ. ЛАНДАУ И ФЕЙНМАН

Я уже останавливался на «обвинении», согласно которому острая критика Ландау могла кому-то помешать. Столь же необоснованно мнение о том, что он «считал себя умнее всех». Еще раз замечу, что я не склонен и вовсе не считаю правильным идеализировать Ландау, малевать из него икону и не отмечать (если это к месту) его слабые стороны. Ведь сам Ландау критически относился даже к великим людям и был самокритичен. Последнее проявлялось во многом. Например, Ландау ставил себя ниже «по классу» некоторых других физиков, своих современников. Следует объяснить, что у него была квалификационная шкала «по достижениям», построенная по пятибалльной системе, причем в логарифмической шкале. Использовались десятичные логарифмы, т. е. физик класса 1 сделал в 10 раз больше физика класса 2 и т. д. Пятый класс был отведен «патологам», т. е. тем, чьи работы Ландау считал патологическими. В этой шкале из физиков нашего века только Эйнштейн имел наивысший класс 0,5. Бор, Гейзенберг, Шредингер, Дирак и некоторые другие имели

класс 1, а себя Ландау относил сначала к классу 2,5, а потом перевел в класс 2 и, кажется, наконец, в класс 1,5.

К классу 1 был отнесен и де Бройль, что вызывало некоторые возражения, но Ландау был тверд — наивысшее достижение де Бройля, пусть оно и не было подкреплено его дальнейшей деятельностью, действительно очень велико (речь идет о волнах материи). В класс 1 был помещен и Фейнман, который был моложе Ландау на 10 лет.

В 1962 г. я встретил Фейнмана на конференции в Польше, он интересовался здоровьем Ландау после катастрофы, расспрашивал о нем (они никогда не встречались). В ходе разговора я упомянул, как высоко Ландау оценивал результаты Фейнмана, ставил их выше собственных. Насколько помню, Фейнман несколько смутился и решительно заявил, что Ландау не прав. Не в этом, конечно, дело, да и сам Ландау с годами все реже упоминал свою классификацию, трезво к ней относился. Замечу, что из всех, кого я сам встречал, никто не походит на Ландау больше, чем Фейнман. Это касалось многого: научного стиля, некоторых манер и личных черт, увлечения педагогическими идеями. Таланты ведь бывают весьма разными, например, Бор и Ландау — полярные противоположности. В то же время, как мне кажется, таланты Ландау и Фейнмана одного типа, они и люди родственного типа, их близость кажется мне прямо генетической. Конечно, различия тоже очень велики, сказались также разная среда, несхожее воспитание. Как жаль, что два этих замечательных физика так никогда и не встретились. Горько думать об этом «продукте» нашего прошлого.

Заканчивая статью, я ясно отдаю себе отчет в том, что смог лишь в небольшой мере способствовать пониманию стиля и всего научного образа Л. Д. Ландау. Утешаю себя мыслью, что по-настоящему охарактеризовать этого замечательного физика действительно крайне нелегко.

Но все же еще одно замечание. Ландау ушел от нас уже много лет назад, но мало к кому я столь часто возвращаюсь в мыслях. То же приходилось слышать от многих коллег. Не могу этого объяснить только дружескими чувствами к Ландау, его поистине трагическим и горьким концом. Думаю, здесь важно другое — Ландау был уникальным физиком и Учителем физиков. Поэтому отношение к нему неразрывно связано с отношением к самой физике, такой дорогой и близкой многим из нас.

Памяти Льва Павловича Зоненшайна

То, чего вот уже несколько месяцев опасались друзья, коллеги и близкие, произошло 4 ноября 1992 г. — не стало выдающегося ученого-геолога Льва Павловича Зоненшайна. Это огромная потеря и для отечественной и для мировой науки, потеря, значенность которой многие современники, может быть, еще и не осознали. Ушел из жизни яркий, высокоталантливый ученый, добрый и благожелательный, но вместе с тем и очень принципиальный человек, прекрасный организатор и вдохновенный лектор.

Свою деятельность после окончания Московского университета Л. П. Зоненшайн начал полевым геологом, исследователем Казахстана, Алтае-Саянской области, а затем Монголии. На материале этих исследований он написал кандидатскую диссертацию по геологии Западного Саяна и докторскую — по Центрально-Азиатскому поясу. Впоследствии эти его работы были опубликованы в виде превосходных монографий.

Но в 70-е годы он сменил горы на море и, придя в Институт океанологии АН СССР, участвовал в ряде морских и океанских экспедиций, многократно погружался в глубоководных подводных аппаратах — сначала «Пайсис», затем «Мир». Это выдвинуло Л. П. Зоненшайна в первый ряд советских морских геологов.

Одновременно Лев Павлович круто изменил и свою, если так можно выразиться, геологическую философию. Он увлекся тогда еще только зародившейся тектонической теорией — тектоникой литосферных плит и вскоре стал неформальным лидером этого нового в советской геологии направления, первоначально встретившего у нас мощное сопротивление научного истеблишмента. В 1979 г. вместе с Л. А. Савостиным он публикует первое отечественное руководство по тектонике плит — «Введение в геодинамику». А еще раньше в написанной вместе с М. И. Кузьминым и В. М. Моралевым книге «Глобальная тектоника, магматизм и металлогения» (1976) показывает значение новой теории для металлогенетического прогноза, составляет и публикует первую в отечественной литературе серию глобальных мобилистских палеодинамических реконструкций для всего фанерозоя.



Лев Павлович Зоненшайн
(1.XII 1929—4.XI 1992)

В 1990 г. выходит в свет двухтомная «Тектоника литосферных плит территории СССР» (соавторы М. И. Кузьмин и Л. М. Натапов). Значение этого труда невозможно переоценить — его можно сравнить разве что с первой сводкой А. Д. Архангельского по геологии СССР. Однако появление этого труда спровоцировало и резкую критику со стороны консервативно настроенной геологической профессуры. Тем не менее книга вскоре была переведена на английский язык и издана в США. В 1989 г. под редакцией Л. П. Зоненшайна и Л. М. Натапова выпускается «Геодинамическая карта СССР» в масштабе 1:2 500 000 — одна из первых в мире карт такого рода и первая для столь обширной территории, основанная на принципах тектоники плит, а не на геосинклинально-платформенной концепции.

Большой опыт работ как на суше, так и на море вместе с обширными знаниями геологической литературы позволили Л. П. Зоненшайну успешно руководить исследованиями в рамках двух крупных проектов: «История развития Уральского палеоокеана» и «История океана Тетис». Послед-

ний выполнялся совместно с французскими учеными, и итоговая монография была опубликована одновременно в России и Франции.

Труды Л. П. Зоненшайна, его кипучая организаторская деятельность, личный пример сплотили вокруг него геологическую молодежь со всех концов страны. Во многом благодаря ему идеи мобилизма из крамольных постепенно превратились у нас в респектабельные и даже руководящие, внеся новую, освежающую струю не только в отечественную региональную геологию и тектонику, но и в петрологию, геофизику, геохимию, во все науки о Земле. Организованные по инициативе Льва Павловича совещания по тектонике плит в Звенигороде стали привлекать все большее число участников, включая и зарубежных. (На последнем, осенью 1991 г., Лев Павлович уже не смог лично присутствовать, но было зачитано его программное обращение.) Публикации работ Л. П. Зоненшайна, его сотрудников и других советских ученых за рубежом наряду со звенигородскими совещаниями способствовали реабилитации нашей геологической науки, престиж которой сильно пострадал за годы обструкции тектоники плит.

Перенеся тяжелую черепную операцию, будучи уже смертельно больным, Л. П. Зоненшайн продолжает напряженно работать. Он приступает к воплощению нового грандиозного замысла — составлению Палеогеодинамического атласа Северной Евразии, формирует коллектив будущих авторов. Вместе со своим верным другом и частым соавтором М. И. Кузьминым он пишет статью «Глубинная геодинамика» (будет опубликована в журнале «Геология и геофизика», 1993, № 2), где намечает контуры нового направления, которое предстоит развивать его последователям. Но немало успел сделать и он сам, указав, в частности, что «тектоника горячих пятен» не менее важна, чем тектоника литосферных плит, ибо она свойственна всем планетам земной группы. Лев Павлович успевает поддержать в руках свою новую книгу «Палеодинамика», написанную опять же в сотрудничестве с М. И. Кузьминым. И почти до последнего дня интересуется ходом работ над составлением палеогеодинамических карт...

Судьба вообще была не очень благосклонна к этому замечательному человеку.

По окончании университета его не приняли на работу в Геологический институт Академии наук, так как «в кадрах» не понравилась фамилия. Ему пришлось на какое-то время уехать в Казахстан, а затем в Москве поступить в «Аэрогеологию». Уже в Институте океанологии по чьему-то доносу он на несколько лет стал «невъездным» и мог принимать участие лишь в морских экспедициях, не предусматривавших захода в иностранные порты. Льва Павловича долго не избирали в члены-корреспонденты Академии наук, хотя он давно уже был достойным званием академика (для избрания в академики на одних из выборов ему не хватило двух голосов). Лев Павлович не был членом редколлегии ни одного научного академического журнала. В то же время он состоял в редколлегиях целого ряда престижных международных журналов, таких как «Tectonophysics». Вообще, Л. П. Зоненшайн был наиболее известным из отечественных геологов, но, как это часто бывает, недооцененным нашей официальной наукой. Несмотря на все это, он категорически отказывался от многих предложений остаться работать за границей. О гражданской позиции Льва Павловича многое говорит и его участие в защите Белого дома в августе 1991 г.

Л. П. Зоненшайн много и плодотворно занимался популяризацией науки, блестяще читал лекции по морской геологии, не раз выступал на страницах «Природы». Это были и фундаментальные статьи по плитовой тектонике, и увлекательные очерки о погружении на дно океана, и совсем небольшие научные сообщения. В 1991 г. он стал членом редколлегии журнала «Природа», но вплотную заняться проблемами журнала так, к сожалению, и не смог.

За отпущенный ему жизненный срок Лев Павлович Зоненшайн успел сделать поразительно много. Но еще больше он мог бы сделать, если бы не роковой, неизлечимый недуг... Остается надеяться, что начатое им большое дело будет все же завершено. И в истории отечественной геологической науки навсегда сохранится имя большого ученого и светлого человека — Льва Павловича Зоненшайна.

Академик РАН
В. Е. Хайн

Космические исследования

Запуски космических аппаратов в СНГ: сентябрь-октябрь 1992 г.

В этот период с космодромов Байконур и Плесецк запущено 14 космических аппаратов, в том числе 10 спутников серии «Космос».

Грузовой автоматический корабль «Прогресс М-15» доставил на орбитальный научно-исследовательский комплекс «Мир» топливо для объединенной двигательной установкой станции, воду и другие расходуемые материалы, а также аппаратуру и оборудование, почту.

Спутник телевизионного вещания «Экран» запущен на близкую к стационарной круговую орбиту и оборудован ретрансляционной аппаратурой для передачи в дециметровом диапазоне волн программ телевидения из Москвы на сеть приемных устройств коллективного пользования.

Очередной спутник связи «Молния-3» обеспечивает эксплуатацию системы дальней телефонно-телеграфной радиосвязи, а также передачу телевизионных программ на пункты сети «Орбита» и в рамках международного сотрудничества.

На спутнике «Фотон» размещена аппаратура для продол-

жения исследований по космическому материаловедению.

Все перечисленные космические аппараты запущены ракетами-носителями «Космос», «Молния», «Союз», «Циклон», «Протон».

© С. А. Никитин
Москва

Космические исследования

«Улисс» благополучно встретился с Юпитером

Спустя 16 мес. после запуска в октябре 1990 г., пройдя 1 млрд. км, аппарат «Улисс» сблизился с планетой-гигантом. На скорости около 100 тыс. км/ч он проследовал на высоте 360 тыс. км над верхним краем облаков Юпитера в районе 30° с. ш. Тяготение планеты заставило аппарат отклониться к югу на 80° относительно плоскости эклиптики. Этот маневр сделал «Улисса» первым искусственным телом, вышедшим на полярную околосолнечную орбиту. В июне 1994 г. «Улисс» достигнет 70° южной солнечной широты и в течение 4 мес. будет изучать южнополярную область светила. В феврале

1995 г. он пересечет солнечный экватор и еще 4 мес. посвятит Северному полушарию, собирая данные о магнитных полях и потоках частиц, извергаемых Солнцем.

Судя по всему, «Улисс» и его приборы не пострадали от мощной радиации в окрестностях Юпитера, в особенности в области его магнитного экватора. Получена ценная информация о взаимодействии магнитосферы планеты с солнечным ветром. Так, размеры магнитосферы со временем, когда Юпитер посетили «Вояджеры», увеличились почти вдвое.

Траектория аппарата пролегал между орбитами спутников Юпитера — Ио и Европы. Вулканическая активность Ио, открытая «Вояджерами», к настоящему времени заметно сократилась. Выбросы вулканов создали вокруг Юпитера кольцо из ионов серы и кислорода, размеры которого к настоящему времени уменьшились вдвое. Кроме того, кольцо оказалось не сплошным, а разорванным и неоднородным по плотности.

Особенно интересны наблюдения, проводимые «Улиссом» совместно с приборами Космического телескопа им. Хаббла в течение 4 сут., когда «Улисс» огибал Юпитер.

В это время научное оборудование аппарата регистрировало поток субатомных частиц, двигающихся вдоль магнитно-силовых линий мощного магнитного поля планеты, а космический телескоп наблюдал полярные сияния — видимое проявление этого процесса. Получена уникальная возможность сопоставить изображения в ультрavioletовой части спектра с данными, характеризующими магнитное поле планеты. Химический состав авроральной эмиссии изучался с помощью спектрографа высокой разрешающей способности. Исследуя авро-

Космический аппарат	Дата запуска	Параметры начальной орбиты			
		перигей, км	апогей, км	накло-ние, град	период обращения, мин
«Космос-2209»	10.IX	35 935	35 935	1,3	1443
«Космос-2210»	22.IX	173	380	67,2	89,7
«Фотон»	8.X	228	383	62,8	90,3
«Молния-3»	14.X	461	40 854	62,8	737
«Космос-2211—2216»*	20.X	1 416	1 449	82,6	114,2
«Космос-2217»	21.X	600	39 400	62,8	708
«Прогресс М-15»	27.X	194	233	51,6	88,5
«Космос-2218»	29.X	989	1 028	82,9	105
«Экран»	30.X	35 618	35 618	1,4	1428

* «Космос-2211—2216» запущены одной ракетой-носителем «Циклон».

ральную активность на Юпитере, специалисты надеются понять процессы динамики гигантского магнитного поля планеты, строение ее верхней атмосферы, влияние полярных сияний на физические явления в приполярных областях и ход магнитного взаимодействия Юпитера с Ио.

Spaceflight. 1992. V. 34. N 3. P. 75 (Великобритания).

Космические исследования.
География

Спутник ERS-1 помогает мореплаванию

Спутник дистанционного зондирования ERS-1, выведенный на орбиту Европейским космическим агентством, облегчит условия мореплавания по Северному морскому пути. До использования спутниковых данных для судна, вышедшего из Гавра (Франция) и направляющегося в Японию, плавание занимало от 40 до 50 сут. Такой маршрут часто запрещался советскими административными органами и, кроме того, был опасен в летние месяцы из-за угрозы встречи с дрейфующими льдами.

Использование ERS-1 позволяет оперативно следить за ледовой обстановкой. В результате судно «Астролябия» совершило плавание по Северному морскому пути за 34 сут. Даже если сейчас подобный маршрут для торговых судов не стал еще экономически выгодным, обобщение накопленных данных со спутников дистанционного зондирования позволит выбирать наиболее выгодные курсы и условия плавания.

Ciel et Terre. 1992. V. 108. № 1. P. 29 (Бельгия).

Астрофизика

Новое о гамма-излучении

С помощью запущенной в 1991 г. с борта космического корабля многоцелевого использования «Атлантик» Обсерватории

для исследования γ -излучения им. Комптона группа К. Фихтеля (С. Fichtel; Центр космических полетов НАСА им. Р. Годдарда, Гринбэлт, штат Мэриленд, США) обнаружила неизвестные ранее весьма интенсивные источники γ -излучения — квазары Q0208—512, 4C38,41 и PKS0528+134, находящиеся в созвездиях Эридына, Геркулеса и вблизи Крабовидной туманности, примерно в 10—20 млрд. св. лет от нас. Еще никому не удавалось наблюдать на таком удалении столь яркие источники γ -излучения.

Составляющие его фотоны обладают энергией, превышающей 10^8 эВ (для сравнения: энергия фотона оптического диапазона составляет лишь несколько электронвольт). Светимость, или общая энергия, этих источников в 10—100 раз превышает общую интенсивность γ -излучения нашей Галактики.

Приборы Обсерватории им. Комптона в июне 1991 г. зафиксировали γ -излучение высокой энергии, связанное с происшедшей тогда солнечной вспышкой, что необычно.

С начала пребывания обсерватории на орбите по апрель 1992 г. группа сотрудников НАСА, возглавляемая Дж. Фишманом (G. Fishman), зарегистрировала более 200 вспышек γ -излучения и установила, что их распределение в пространстве, видимо, случайно. Кроме того, были обнаружены γ -пульсации радио- и рентгеновского пульсара PSR1509—58 (пульсар Цирцинус). Это третий известный случай γ -пульсара и второй пример излучения его в низкоэнергетической части γ -диапазона. Получены четкие свидетельства γ -излучения в диске Млечного Пути, вызываемого аннигиляцией вещества.

Важным результатом экспериментов, проведенных Обсерваторией им. Комптона, будет также весьма детальная карта источников γ -излучения в плоскости нашей Галактики, составляемая под руководством Ф. Шенфельдера (V. Shoenfelder; Институт им. М. Планка, Германия).

Spaceflight. 1992. V. 34. N 5. P. 164 (Великобритания).

Астрофизика

Как обнаружить «темную» материю

Э. Голд (A. Gould; Институт высших исследований в Принстоне, штат Нью-Джерси, США) предлагает методику обнаружения «темной» материи во Вселенной, если ее образуют далекие кометы, астероиды или небольшие черные дыры.

Подобные объекты должны своим тяготением отклонять и фокусировать (как гравитационные линзы) излучение γ -барстеров — источников мгновенно возникающего и исчезающего γ -излучения. Эффекты могли бы регистрироваться приборами действующих космических аппаратов. По данным, полученным в 1991 г. американским спутником «CGRO» (Compton Gamma Ray Observatory — обсерватория для изучения комптоновского γ -излучения), барстеры могут находиться далеко за пределами Галактики и отличаться огромной мощностью.

Чтобы значительно искривить траекторию их излучения, достаточно, чтобы на их пути встретился объект массой 10^{-13} — $10^{-16} M_{\odot}$, что не превышает массу кометы или астероида, а также небольшой черной дыры. В результате на Земле будут фиксироваться два изображения одного объекта. Идя к Земле двумя различными путями, часть γ -излучения достигнет планеты на 10^{-17} — 10^{-20} с раньше другой.

Разница во времени прихода сигналов составляет период, приблизительно совпадающий с периодом колебаний γ -излучения, так что каждое из изображений либо усилится, либо исчезнет, в результате возникнет характерная картина интерференции.

Если γ -барстеры действительно значительно удалены, а объекты с кометными массами образованы из «темной» материи, между барстерами и нами должно лежать множество подобных объектов. Тогда приборы космических аппаратов могли бы фиксировать подобные интерференционные картины. В противном случае большая

часть «темной» материи входит в состав либо более массивных тел (например, планет или слабо светящихся звезд), либо значительно менее массивных — субатомных частиц.

Astrophysical Journal Letters, 10.02.1992. P. L. 5 (США); *New Scientist*. 1992. V. 133. N 1813. P. 19 (Великобритания).

Астрономия

Не планета, а мираж

На расстоянии 53 св. года от нас находится созвездие Цефея, в которое входит звезда γ — оранжевый гигант, расположенный в 12° от Полярной звезды. Примерно через 2 тыс. лет γ Цефея займет место Полярной, так что наши далекие потомки будут, вероятно, ориентироваться по ней.

В 1987 г. после 11-летних наблюдений канадские астрономы из Университета Британской Колумбии, возглавляемые Г. Уокером (G. Walker), установили, что скорость, с которой эта звезда то приближается к нам, то удаляется, со временем меняется, причем с периодичностью 2,5 года.

Тогда ученые объяснили это тем, что вокруг γ Цефея обращается невидимая планета величиной с Юпитер. Она обходит свое «солнце» за 2,5 года и тяготением вызовет периодические изменения скорости его перемещения.

Однако недавно группа Г. Уокера предположила, что эти изменения связаны с вращением самой звезды. Была измерена интенсивность спектральной линии, излучаемой ионизованным кальцием в инфракрасной части спектра ($\lambda=866,2$ нм) и указывающей на уровень активности пятнообразующего процесса на звезде, в областях, обращенных к Земле. Оказалось, интенсивность этой линии тоже меняется, причем с периодом 2,5 года.

Итак, переменность скорости γ Цефея, очевидно, зависит от периода ее вращения вокруг собственной оси, а не от наличия у нее планеты. Аналогичным образом, возможно, дело обстоит и с несколькими други-

ми оранжевыми гигантами, включая Арктур, у которого тоже наблюдаются изменения скорости.

В том же, 1987 г. было высказано предположение, что и у ϵ Эридана, находящейся в 11 св. годах от нас, есть планета, период обращения которой составляет несколько лет. Новые данные о γ Цефея не ставят это предположение под сомнение, так как ϵ Эридана — быстро вращающаяся небольшая звезда типа нашего Солнца, а не медленный гигант; ϵ Эридана делает один оборот всего за 11 сут, поэтому ее вращение не может имитировать планету, орбитальный период которой достигает нескольких лет.

А в итоге и без того короткий список звезд, претендентов на обладание планетами, теперь еще больше сократился.

New Scientist. 1992. V. 135. N 1836. P. 16 (Великобритания).

Планетология

Первая карта Плутона

Р. Бинзел и Э. Янг (R. Binzel, E. Young; Массачусетский технологический институт, Кембридж, штат Массачусетс, США) завершили анализ изображений Плутона, полученных в 1985—1990 гг., когда регулярно происходило покрытие планеты ее спутником Хароном.

Известно, что ось враще-

ния Плутона наклонена на 122° к плоскости его орбиты, а Харон делает один оборот вокруг планеты, в ее экваториальной плоскости, за 6,4 сут, причем Плутон всегда «смотрит» на спутник одной стороной.

Вначале Харон попеременно блокировал излучение, поступающее от севернопольярной области планеты, затем от экваториальной и, наконец, от южнополярной. Это позволило наблюдать изменение общей яркости свечения Плутона как в различных областях его поверхности, так и обращенной к стороне Харона, и впервые построить хотя бы примитивную карту планеты.

Она показывает необычно резкую контрастность различных регионов: одна часть поверхности Плутона отражает более 90 % поступающего солнечного света, другая — менее 30 %. Правда, в абсолютных величинах ситуация несколько иная: даже темные области Плутона все же намного ярче поверхности Луны.

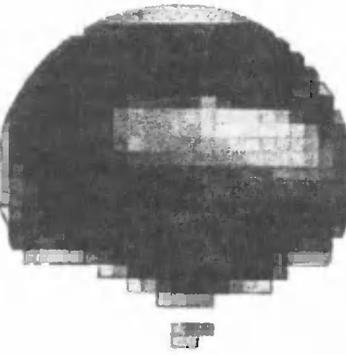
Самыми заметными объектами на Плуtone оказались крупная яркая область на юге, очевидно, представляющая собой «антарктическую» полярную шапку, и темная полоса в средних южных широтах планеты.

По мнению Бинзела, ярко светящаяся область покрыта метановой изморозью, которая, видимо, отложилась недавно, так как метан со временем темнеет и приобретает красный оттенок, что в данном случае не наблюдается. Вероятно, метан с большим возрастом занимает иные районы Плутона.

Свежая изморось может служить также признаком существования на планете времен года с их сезонными изменениями. Сейчас свежий метан конденсируется вокруг Южного полюса, находящегося ныне в тени из-за наклона оси вращения Плутона, обходящего Солнце один раз за 248 земных лет.

За пятилетний период наблюдений планета прошла лишь около 2 % своей окосолнечной орбиты. Этим, видимо, объясняется отсутствие заметных изменений на ее поверхности.

New Scientist. 1992. V. 134. N 1826. P. 19 (Великобритания).



Распределение яркости свечения поверхности Плутона. Южнополярная область отличается высокой отражающей способностью, средние широты этого же полушария — низкой.

Планетология

Лик Венеры изменился!

В мае 1992 г. американская межпланетная станция «Магеллан» на пути к Юпитеру в третий раз сблизившись с Венерой, передала изображения планеты, значительно отличающиеся от сделанных ранее. Так, на фотографиях одних и тех же кратеров некоторые объекты, вначале выглядевшие яркими, теперь предстают темными, и наоборот.

По мнению Дж. Плаута (J. Plaut; Лаборатория реактивного движения, Пасадена, штат Калифорния), это свидетельствует о серьезных изменениях, происшедших на поверхности планеты. Но многие другие исследователи считают, что разница в изображениях вызвана тем, что объекты предстали перед локационными датчиками с другой стороны: в первый раз они «глядели» с запада на восток, а во второй — с востока на запад. В подтверждение этого приводится тот факт, что небольшие песчаные дюны, различимые на фотографиях, имеют одно и то же направление независимо от времени съемки.

По мнению Г. Петтингилла (G. Pettengill; Массачусетский технологический институт, Кембридж, США), подобные структуры могут возникать в условиях крайне бурной атмосферы Венеры, если ветер долгое время имеет одно и то же направление. Как и у земных дюн, у венерианских, вероятно, имеются постепенно поднимающиеся «мягкие» склоны с наветренной стороны и резкие, крутые — с подветренной. Радарный луч «Магеллана», направленный к поверхности под малым углом, должен отражаться по-разному, в зависимости от того, с какой стороны от объекта находится прибор.

Остается неясным, почему дюнообразные объекты на Венере занимают столь огромную площадь, достигающую тысяч квадратных километров. На Земле сила и направление ветра слишком переменны, чтобы созданные им формы рельефа, имеющие одинаковую на-

правленность, сохранялись бы на таком протяжении.

Итак, специалисты еще не пришли к согласию при интерпретации снимков «Магеллана». А пока станция завершила полет своего третьего срока пребывания в окрестностях Венеры, в ходе которого она должна сделать 8 тыс. оборотов вокруг планеты. Первую подробную карту Венеры можно уже считать готовой на 97 %.

New Scientist. 1992. V. 134. N 1822. P. 8 (Великобритания).

Химия атмосферы

Авиация создает парниковый эффект

Группа Л. Майкелис (L. Michaelis; Управление энергетических технологий, Харуэлл, Великобритания) пересмотрела выводы о поступлении парниковых газов в атмосферу, сделанные в 1990 г. Межправительственной комиссией по изменению климата.

По мнению этой группы, самолеты способствуют парниковому эффекту в восемь раз сильнее автомашин и в 22 раза больше, чем междугородний электрический железнодорожный транспорт. На каждое пассажирское место в самолете «приходится» 684 г CO_2 на 1 км проделанного пути, на одного пассажира легкой машины, прошедшей то же расстояние, — лишь 83 г, а скоростного электропоезда — 31 г.

Особое беспокойство вызывает большое количество окислов азота, выделяемых авиадвигателями во время полетов на высоте 10—12 км. Подвергаясь там фотохимическим реакциям, этот газ образует озон, порождающий парниковый эффект. На уровне земли 1 г газа по воздействию втрое превосходит то же количество CO_2 , а в верхних слоях атмосферы его эффективность в 335 раз больше. В первую очередь это связано с более низкими температурами верхней атмосферы, замедляющими химические реакции и тем самым парниковое воздействие таких, как озон, газов со срав-

нительно коротким сроком «жизни».

Выбросы окислов азота ответственны примерно за две трети всех поставляемых самолетом парниковых газов; остальное — «на совести» CO_2 . Наибольшее воздействие на температуру Земли, очевидно, имеет озон, находящийся на высоте около 12 км, где проходит основная часть авиapolетов.

Таким образом, хотя самолеты в Европе производят, видимо, не более 3 % выброса окислов азота, их вклад в парниковый эффект равен вкладу всех иных источников этого газа. Проблема усугубляется быстрым ростом авиасообщений: количество самолетов, садящихся или взлетающих, например, в аэропортах Великобритании, за последние 20 лет удвоилось.

Но проблему уже пытаются решать. Как известно, основная часть окислов азота авиационного происхождения образуется в двигателе при температуре выше 1700 °С. Ведущая авиационная компания «Роллс-Ройс» (Великобритания) начала разрабатывать двигатель, сжигающий топливо в несколько этапов — без высоких температур, но с прежней эффективностью.

До сих пор авиаконструкторы, повышая эффективность в расходе топлива горючего, шли по пути увеличения давления и температур; в результате выброс CO_2 сократился, но возросло поступление в атмосферу окислов азота. По оценкам специалистов, полная смена концепции и налаживание выпуска экологически чистых самолетов потребует не только больших затрат, но и длительного времени.

New Scientist. 1992. V. 135. N 1831. P. 5 (Великобритания).

Физика

Поиск гравитационных волн все еще продолжается

Согласно общей теории относительности коллапс звезды при возникновении черной дыры

должен вызывать всплеск гравитационных волн, расходящихся во все стороны. Однако до сих пор экспериментально их обнаружить не удавалось.

Крупнейшим в мире действующим прибором, предназначенным для поиска гравитационных волн, является 10-метровый детектор в Университете Глазго (Шотландия), способный обнаруживать изменения длины образующих его труб с точностью до 10^{-17} м, однако многие специалисты считают это недостаточным.

Поэтому специалисты Франции и Италии разработали проект «VIRGO», в рамках которого планируется построить детектор гравитационных волн, состоящий из двух труб длиной по 3 км. Местом его сооружения избран г. Касцина вблизи Пизы.

Детектор будет состоять из двух идентичных труб, расположенных под прямым углом; в конце каждой установлены зеркала. Вдоль труб распространяется расщепленный лазерный луч. Любое изменение длины одной из труб (а это неизбежно, когда проходящая гравитационная волна искривляет пространство) приведет к изменению характера интерференции отраженного лазерного сигнала. Чем длиннее труба, тем легче обнаружить эффект.

Проект оценивается примерно в 70 млн. долл. Строительство должно начаться в 1993 г. и завершиться через четыре года. Франция уже выделила свою долю ассигнований, решение Италии ожидается в недалеком времени. Определенный интерес к проекту официально проявил Институт физики Общества им. М. Планка (Мюнхен, Германия) и, пока неофициально, некоторые британские исследовательские учреждения. Возможно, в дальнейшем «VIRGO» будет объединен с планируемым в США аналогичным 4-километровым детектором «LIGO». Вообще же, нужны не менее четырех подобных приборов во всем мире, что позволило бы не только обнаружить пока еще лишь «теоретически» существующие гравитационные волны, но и установить их источник.

Ранее предполагался план

совместного германо-британского детектора «Geo», но к его осуществлению не приступили, так как Англия не смогла выделить свою долю финансирования, составлявшую более 8 млн. долл.

New Scientist. 1992. V. 135. N 1828. P. 8 (Великобритания).

Биохимия

Противораковое средство с новым механизмом действия

Химики во главе с К. Ц. Николау (К. С. Nicolaou; Калифорнийский исследовательский институт Скриппса, Ла Жолоа, США) на основе природного антибиотика индинна создали новое лекарство, способное уничтожать раковые клетки. Антибиотики этой группы были открыты в 1985 г. японскими исследователями из Токийского университетского госпиталя во главе с К. Эдо (К. Edo). Антибиотики были выделены из природного белкового комплекса, также обладающего противораковой активностью и называемого неокарциностином.

Индинины нестабильны, группа Николау же сумела их стабилизировать. Индинин представляет собой цепь из шести атомов углерода, которые связаны между собой двумя тройными и одной двойной связью. Эта цепь легко трансформируется в молекулу бензола с двумя недостающими атомами водорода. В таком виде она действует как свободный радикал и стремится «отобрать» недостающие атомы водорода у любой другой соседней молекулы. Так как молекула ДНК имеет несколько подвижных водородных атомов, соединяющих между собой обе ее спирали, то потеря этих атомов приводит к распаду ДНК.

Присоединение молекулы индинина к молекуле антибиотика дайномицина А, авторы получили более сложную молекулу, способную «выскакивать» раковые клетки и проникать внутрь их. Новые молекулы стабильны в кислой и нейтральной средах, но их стабильность теряется в

щелочной среде раковой клетки. Трансформируясь в свободные радикалы, сложные молекулы индинина и дайномицина разрушают ДНК только раковых клеток, однако «не трогают» нормальные клетки организма.

Авторы показали, что 80 % генетического материала, находящегося в ДНК клетки, разрушается даже раньше гибели самой клетки, значит главной мишенью введенной молекулы является ДНК. Кольюгат индинина и дайномицина А в экспериментах на животных оказался менее токсичным, чем сам индинин, а противораковая активность возросла примерно в 10 тыс. раз. Предварительное тестирование стабилизированных индининов показало, что они обладают более мощным противораковым действием, чем лучшие лекарственные препараты (особенно активен индинин при лейкемии).

Science. 1992. V. 256. N 5099. P. 1172—1174 (США).

Генетика

Ген p53 и возникновение раковых опухолей

По мнению африканских исследователей, возникновению многих видов раковых опухолей могут способствовать мутации гена p53. Обнаруженные при раке прямой кишки, легких, груди и яичников человека мутированные гены p53 отсутствовали у здоровых людей. С. Керн с коллегами (S. Kern; Институт Дж. Гопкинса, Балтимор, США) установили, что белок, синтезом которого руководит нормальный ген p53, прикрепляясь к определенному месту ДНК, «запускает» соседний ген, стимулирующий синтез белка, способного сдерживать деление клеток. Поэтому мутация гена p53 приведет к тому, что деление клеток может выйти из-под контроля.

Исследователи соединили участок ДНК, служащий для прикрепления p53, с геном, кодирующим синтез фермента хлорамфениколацетилтрансферазы (CAT), легко определяемой внутри клетки. Полученную ДНК ввели в клетки рака прямой кишки человека. Нормальный ген p53 активировал ген, кодирую-

щий синтез САТ. Мутированный ген р53, полученный из клеток различных раковых опухолей человека, напротив, такой способностью не обладал. Кроме того, при смешивании мутированного и нормального генов р53 активирования гена, кодирующего синтез САТ, также не происходило.

Авторы планируют провести исследование по определению мест прикрепления р53 на геноме человека, а также выяснить, какие гены расположены по соседству с этими местами.

Science. 1992. V. 256. N 5098. P. 827—829 (США).

Медицина

СПИД в странах Европейского сообщества

По данным Всемирной организации здравоохранения, во Франции, Испании и Италии СПИД распространяется значительно быстрее, чем в других

Страна	Число случаев (к 1991 г.)
Люксембург	37
Ирландия	193
Греция	457
Португалия	663
Дания	805
Бельгия	852
Нидерланды	1 683
Великобритания	4 454
Германия	6 303
Испания	8 199
Италия	9 053
Франция	14 449

странах ЕС. Максимальное число новых случаев заболевания только за 1990 г. выявлено во Франции (76 случаев на 1 млн. жителей), минимальное — в Греции (14). Тем не менее число вновь диагностированных случаев заболевания СПИДом по сравнению с предыдущим годом увеличилось во всех странах ЕС, за исключением Люксембурга и Германии.

Deutsche Ärzteblatt. 1992. B. 89. N 7. S. 310 (ФРГ).

Медицина

Трансплантация эмбриональных тканей

Это уникальный проект Международного института биологической медицины (МИБМ), созданного на базе Российского научно-исследовательского центра перинатологии, акушерства и гинекологии Минздрава Российской Федерации и Биоклеточной исследовательской организации (США).

В последние годы в мировой медицинской литературе появилось много сведений о потенциальных возможностях трансплантации эмбриональных (фетальных) тканей человека как наиболее перспективном подходе в лечении широкого спектра неизлечимых генетических заболеваний. Используя эмбриональные ткани человека, в МИБМ помогут в первую очередь детям, страдающим тяжелыми врожденными заболеваниями (например, синдромом Дауна). Не менее эффективна трансплантация фетальных тканей и при лечении болезни Паркинсона, Альцгеймера, диабета и ряда других заболеваний, включая различные синдромы недостаточности иммунной системы.

Предварительное обследование пациентов, нуждающихся в лечении, берет на себя Диагностический центр в Женеве (Швейцария), а регистрацию и отбор больных — специально созданный там же Всемирный информационный центр. Для госпитализации свои места предоставляют клиники Медицинского центра при правительстве России, которые оснащены и укомплектованы в соответствии с мировыми стандартами.

Основная задача Российского научно-исследовательского центра перинатологии, акушерства и гинекологии — обеспечить МИБМ необходимым количеством эмбриональных тканей, проводить медицинское обследование и лечение пациентов. Искусственное прерывание беременности будет проводиться бесплатно, щадящими методами с использованием простагландинов (физиологически активных веществ, вызывающих сокращение матки и отторжение

плода). Расширение показаний к абортам по медицинским (пороки развития плода, внутриутробная инфекция и т. п.), социальным и другим мотивам позволит использовать ткани эмбрионов на более поздней стадии развития (12—22 нед), что имеет важное значение для успешного лечения.

Основную часть материального обеспечения берет на себя американская сторона. В обязанности Биоклеточной исследовательской организации входит оснащение лаборатории по выделению и подготовке фетальных тканей для трансплантации. Эта лаборатория подготовлена одной из ведущих американских компаний, разрабатывающих медицинские приборы и оборудование.

К работе Международного института привлечены лучшие специалисты России, стран Европы и США. Кроме того, институт будет помогать Научный консультационный совет, состоящий из 15 ведущих ученых различных областей медицины, большинство из которых являются членами Российской академии медицинских наук. Институт приглашает для сотрудничества зарубежных врачей и ученых, желающих продолжить исследования в области трансплантации эмбриональных тканей человека и ограниченных в подобных исследованиях в своих странах.

Всемирная организация здравоохранения следит за развитием этого проекта с начала его существования и готова признать Международный институт биологической медицины как сотрудничающий центр.

© О. И. ШUTOVA
Москва

Медицина

О «дурном влиянии» компьютеров

Сотрудники НИИ гигиены труда и профзаболеваний РАМН, изучив влияние электромагнитных излучений видеотерминалов компьютеров на здоровье людей, установили, что эти излучения не превышают предельно допустимых значе-

ний напряженности электрических и магнитных полей в диапазоне частот 60 кГц — 300 МГц и не могут, как считалось ранее, стать причиной катаракты.

Тем не менее исследователи рекомендуют учитывать, что самые высокие уровни напряженности электромагнитных полей находятся у задней панели дисплея, и использовать в связи с этим специальную мебель, а также правильно расставлять оборудование (например, расстояние между рабочими местами должно быть не менее 1 м).

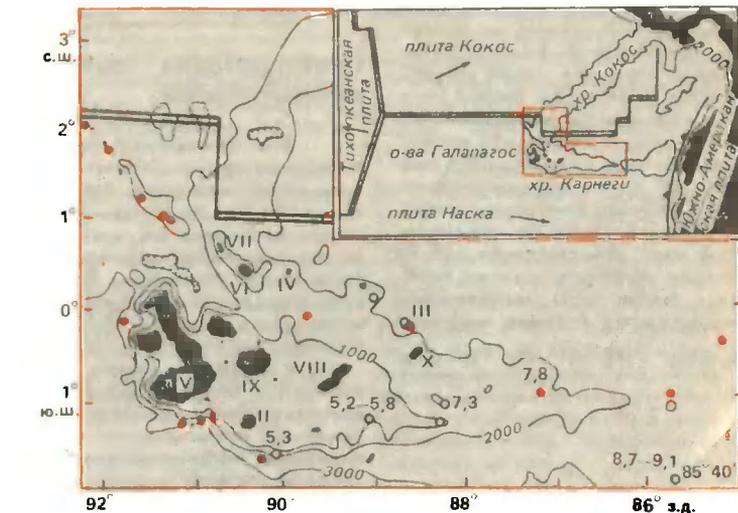
Дополнительное исследование влияния электромагнитных излучений широкополосного спектра на беременность мышей не позволило авторам сделать какие-либо выводы.

Вестник РАМН. 1992. № 21. С. 38—40.

Биология. Геофизика

Геофизики решают биологическую проблему

Острова Галапагос образованы вершинами вулканических гор, поднявшихся над дном Тихого океана. Если правы геофизики и геологи, утверждающие, что острова возникли всего 3 млн. лет назад, то непонятно, каким образом за столь короткое время эволюция некоторых населяющих Галапагосы биологических видов смогла пройти такой большой путь. Остроту этому вопросу придавала развившаяся в последние десятилетия молекулярная биология. Если и встречавшихся только здесь видов вьюрка времени для приобретения отличий от своего континентального родственника вполне хватало, то о пресмыкающихся этого никак нельзя сказать: чтобы морские игуаны эволюционно отошли от сухопутных, необходимо, по трезвым оценкам, от 15 до 20 млн. лет, а острова в пять-семь раз моложе. Высказывалось предположение, что морские и сухопутные виды происходят от двух разных прародителей, порознь встречавшихся еще в Южной Америке, а затем прибывших на Гала-



Батиметрическая схема района о-вов Галапагос. Римскими цифрами обозначены острова и подводные горные вершины: I — Фернандина, II — Флоренца, III — Фицрой, IV — Хановеса, V — Исабела, VI — Марчена, VII — Пинта, VIII — Сан-Кристоваль, IX — Санта-Крус, X — г. Санрей. Арабские цифры обозначают геологический возраст, определенный калий-аргоновым методом [млн. лет].

- 1000 | Глубина океана, м
- | Места драгирования, где, очевидно, находится древние острова
- | Места драгирования, где обнаружены подушечные базальты подводных гор, но без следов воздушной эрозии
- | Галапагосский центр спрединга

пагосы «в готовом виде», однако на континенте таких предков обнаружить никак не удавалось. Куда более вероятно, что различия возникли на островах, но времени на это, казалось, неоткуда было взять.

Но вот не так давно группа геофизиков, океанологов и геологов под руководством Д. Кристи (D. Christie; Университет штата Орегон в Корваллисе, США), драгируя морское дно к востоку от о-вов Галапагос, подняла на борт экспедиционного судна большое количество окатанной базальтовой гальки с подводной горы, которая имеет террасированную вершину, образовавшуюся при изменении уровня моря. Галька — свидетельство эрозии пород вблизи уровня

моря, и очевидно, что, прежде чем погрузиться, эта гора была вулканическим островом. Следует подчеркнуть, что геология Галапагосов и их окрестностей вообще очень сложна: на дне проходит хребты Кокос и Карнеги; на поверхность здесь выходит мантийная струя, порождающая вулканические горные пики. Хребты Кокос и Карнеги как раз и возникли при прохождении литосферных плит над долгоживущей горячей мантийной точкой. Источник мантийной струи остается на месте, а литосферная плита перемещается с запада на восток, унося с собой возникшие острова, и на прежнем месте появляется новый остров — так их образуется целая цепочка.

Ныне Кристи с коллегами сумел подтвердить то, что геологи прежде предполагали: хотя Галапагосам всего 3 млн. лет, к востоку от них некогда существовали другие, значительно более древние острова. Проседание земной коры и эрозия превратили их в подводные платформы. Об этом говорят не только геологические, но и радиометрические данные: над галапагосской мантийной точкой суша существовала по крайней мере 9 млн. лет назад, а возможно, и много ранее. Этого вполне достаточно для процесса эволюции, приведшего к существенным различиям в организме биологических видов, предшественники которых могли переселиться с острова на остров по

мере того, как исчезал один и на смену ему на поверхности океана появлялся другой.

Nature. 1992. V. 355. № 6357. P. 246 (Великобритания).

Биология. Вулканология

Жизнь на вулкане

В конце мая 1992 г. группа индийских ученых разных специальностей посетила необитаемый остров Баррен (12,25° с. ш., 93,83° в. д.), входящий в состав принадлежащих Индии Андаманских о-вов. Остров представляет собой вершину одноименного вулкана, в последний раз извергавшегося в 1991 г.

Вулканологи наблюдали, как из воронкообразного кратера диаметром около 325 м и глубиной 200 м вырвались раскаленные газы. Лавовый поток, излившийся более полугодом назад и достигший берега моря, покрыт шлаком и пеплом, уплотнившимся после сезона дождей. Поверхность этого застывшего потока выровнялась и стала напоминать мощную дорогу. Температура верхнего слоя лавы составляла около 40 °С, но на глубине около 30 см термометр, рассчитанный лишь на 360 °С, пришлось из скважины срочно изымать, так как температура была явно выше. Сквозь мелкие отверстия в лаве продолжали выделяться газы. Портативный сейсмограф зарегистрировал несколько подземных толчков умеренной силы.

Ботаники были удивлены тем, что многие обожженные деревья фикуса сумели выбросить свежие побеги, и лишь совсем обгоревшие растения погибли, очевидно окончательно. Зоологи отметили огромное количество крабов, располагавшихся непосредственно на языке застывшей, но не полностью охладившейся лавы. Всего за час ученые насчитали 25 диких коз, пасшихся на окружающих лаву холмах. В водах, омывающих остров, по-прежнему много рыбы. Замечено также много птиц на острове, а вот крысы, которые водились здесь раньше в изобилии, совершенно исчезли.

Последующие посещения острова позволяют уточнить картину возобновления жизни в изолированном районе после разрушившей ее природной катастрофы.

Smithsonian Institution Bulletin of the Global Volcanism Network. 1992. V. 17. N 5. P. 5 (США).

Зоология

Зачем паук ест паутину?

Давно известно, что некоторые пауки-кругопряды ежедневно поедают собственную паутину и на ее месте строят новую. Причину такого поведения изучили Д. Эдмондс и Ф. Фоллрат (D. Edmonds, F. Vollrath; Оксфордский университет, Великобритания), наблюдая садовых крестовиков (*Araneus diadematus*), широко распространенных по всей Европе.

В отличие от насекомых, все пауки дышат не только трахеями, но и легкими, которые должны быть хорошо увлажнены. Пауки активно охотящихся видов постоянно ищут и пьют воду, а такие, как садовый крестовик, лишь пассивно ожидают добычу около своей сети. Однако анализ их паутины показал, что она обладает очень высокой способностью поглощать влагу. Количество воды, впитанной в единицу времени, достигает 10 % той, что паук теряет в процессе дыхания. Как оказалось, выделяемая крестовиком нить покрыта слоем гигроскопических молекул карбоксилатов, амидов и ионов триметиламмония, которые интенсивно связывают молекулы воды, содержащиеся в воздухе.

Днем паутина крестовика, чаще всего протянутая через открытое место, на ветру быстро иссушается. Поэтому он обычно поедает паутину и строит новую сеть перед самым рассветом, когда ее влажность высока. Совершенно очевидно, что крестовик при этом не столько ест, сколько «пьет» свою паутину, насыщенную влагой предутренних часов.

Proceedings of the Royal Society. Series B. 1992. V. 248. P. 141 (Великобритания).



Охрана природы

Попытки спасти горного ибиса

Горный ибис (*Geroëitis egretta*) принадлежит к наиболее редким птицам мира. Похожий на ворона с длинным изогнутым клювом, он в середине века был довольно широко распространен в Европе — гнезда находили даже на башнях замков. В XVII в. горный ибис в Европе исчез. Причины этого не до конца ясны, но, несомненно, немалую роль здесь сыграло преследование человеком: птенцы ибиса считались изысканным лакомством, что отражено даже в старинных кулинарных книгах¹.

Гнездится эта птица колониями на уступах скал. До недавнего времени оставались в сохранности два места их обитания — в Марокко и в Турции, на р. Евфрат. Но, согласно последним сообщениям, в Турции горный ибис уже исчез. Общая его численность в природе оценивается в 200 особей². Еще около 400 птиц содержатся в 33 зоопарках и питомниках³, причем во многих они успешно размножаются. Неоднократно делались попытки реакклиматизировать ибисов в различных местах, но все они оканчивались неудачно. В значительной мере это обусловлено особенностями биологии горного ибиса: птенцы сохраняют тесную связь с родителями очень долго — до следующего гнездового сезона.

В 1991 г. группа сотрудников Альпийского зоопарка г. Инсбрука (Австрия) испытала новый способ выпуска горных ибисов в природу. Родителей птенцам заменили два исследователя, которые выкармливали и воспи-

¹ Strohl J., Conrad Gessner's "Waldtrapp": Versuch einer Ergänzung und textkritischen Ordnung des vorhandenen Materials // Vierteljahrsschrift naturfreundl. Gesellschaft Zürich, 1917. B. 62. S. 501—538.

² Thaler E., Pegoraro K., Stabinger S. // J. für Ornithologie. 1992. B. 133. N 2. S. 173—180.

³ Винокуров А. А. Редкие птицы мира. М., 1987. С. 207.

тывали их до поздней осени. Шестерых птенцов через некоторое время после вылупления перевезли на усадьбу в одном из сел возле Инсбрука. «Гнездовую колонию» им устроили на крыше дома. В месячном возрасте молодые ибисы уже начали понемногу летать и осваивать округу. Еще через месяц могли самостоятельно удаляться километров на 40, но неизменно возвращались на «колонию». Они хорошо узнавали приемных родителей, чужих людей игнорировали или избегали. С приближением зимы ибисов поместили в вольеру зоопарка.

Этот опыт не ставил целью реакклиматизировать вид в Альпах. Дело в том, что птицы марокканской популяции оседлы и не смогут выжить в холодном климате. Но ученые считают, что положительного результата можно достичь на юге Испании.

© В. Н. Грищенко
г. Канев (Украина)



Охрана природы

Бифштекс или живая природа!

Несколько лет назад Всемирный банк реконструкции и развития выделил крупные субсидии на развитие животноводства в Ботсване. Вслед за этим Европейское сообщество предоставило ряд льгот на поставку сельскохозяйственных продуктов из этой страны на свой рынок. Ботсванские фермеры активизировались. Однако посетившая недавно эту страну комиссия ООН во главе с экологом Дж. Куком (J. Cooke) установила, что расширенное скотоводство нанесло весьма существенный ущерб природе.

До сих пор часть территории Ботсваны (577 тыс. км²) была заповедной. Здесь под охраной находятся кафрский черный буйвол, зебра, гну, которые постоянно мигрируют между пустыней Калахари, болотами Окаванго и травянистыми лугами на севере страны. Но с недавних пор фермеры в соответствии

с правилами Европейского сообщества по борьбе с ящуром, требующими исключить контакты домашнего скота с дикими травоядными, стали огораживать свои пастбища проволочными изгородями, общая протяженность которых достигла 3 тыс. км. В результате тысячи диких животных умирают теперь в засуху от жажды, будучи не в состоянии добраться до привычных источников воды.

Член комиссии зоолог А. Пфистер (A. Pfister), совершив ряд длительных облетов глубинных районов Ботсваны, зафиксировал необычно малое число ранее часто встречавшихся диких животных. С другой стороны, комиссия не видит причин для отказа от выборочного отстрела избыточного для страны количества слонов.

По мнению специалистов, в Ботсване следует отказаться от многокилометрового сплошного огораживания пастбищ домашнего скота и ввести ограничения на его количество. Ботсване было бы выгоднее развивать туризм, так как зрелище диких животных и возможность подконтрольной охоты на них привлекает много иностранцев, готовых щедро оплачивать это удовольствие.

New Scientist. 1992. V. 134. № 1822.
P. 10 (Великобритания).



Охрана природы

Исчезающие виды Австралии

Власти австралийского штата Новый Южный Уэльс решили внести в официальный список животных, чье существование находится под угрозой, сумчатого медведя коала (*Phascolarctos cinereus*): леса, в которых он обитает, все больше уступают место полям и населенным пунктам. Пока его численность в Новом Южном Уэльсе составляет 10 тыс., а во всей Австралии, вероятно, около 400 тыс., однако зоологи опасаются, что, не приняв срочных мер, они позволят упасть числу этих сумчатых до того минимального уровня,

когда спасти их уже будет поздно.

Ныне в этом печальном перечне исчезающих животных пятого континента насчитывается уже 239 видов. Помимо коалы в списке крайне редких и подлежащих охране видов названа половина всех млекопитающих Нового Южного Уэльса. Среди них несколько видов сумчатых барсуков бандикутов (*Peramelidae*), кенгуру валлаби (*Wallabia*) и кенгуровые крысы (*Porogomidae*), а также 12 видов земноводных и птиц, которые, как предполагают, уже исчезли.

New Scientist. 1992. V. 133. N 1812.
P. 15 (Великобритания).



Экология

Золотискатели отравляют природу

Группа экологов во главе с Л. Маркешем Вьейрой (L. Marques Vieira; Институт сельскохозяйственных исследований Бразилии) изучила химический состав донных осадков р. Пантанал (юго-западная Бразилия), тканей рыб и моллюсков, населяющих ее воды, и птиц, встречающихся по ее берегу.

Оказалось, что содержание ртути в мускульной ткани более чем у четверти обследованных организмов существенно превышает предельно допустимый уровень (0,5 мг/кг), который установлен ВОЗ; в одном случае максимальная концентрация ртути достигала 12 мг/кг.

Наибольшее число отравленных ртутью организмов отмечено на территории штата Мату-Гросу, вблизи районов интенсивной золотодобычи, а также около городка Корумба, лежащего в 600 км ниже по течению от известных золотых приисков Поконе. Да и по берегу самой р. Пантанал разбросано не менее 250 мелких приисков. А как известно, ртуть используют при промывке золота. Но здесь, по границе с Боливией и Парагваем, расположена величайшая в мире тропи-

ческая болотная зона (140 тыс. км²), где гнездится неисчислимо множество перелетных и местных водоплавающих и иных птиц. Помимо них на болотах встречаются несколько видов кайманов и аллигаторов, ягуры, капибары (бесхвостые грызуны, достигающие 1,2 м в длину). Их ртутное отравление может нарушить всю экологическую систему данного региона.

Ученые призывают власти обязать старателей пользоваться для промывки золотого песка изобретенным в Бразилии приспособлением, которое улавливает ртуть и позволяет ее повторное применение.

New Scientist. 1992. V. 135. N 1838. P. 8 (Великобритания).

Экология

Чернобыльское эхо в Европе

Радиоактивные выпадения — следы аварии на Чернобыльской АЭС — за пределами бывшего СССР фиксировались во многих странах Северного полушария (даже в США, Японии и Китае), но больше всего — в Восточной и Центральной Европе. Однако, как указывает Ж. Медведь, «политико-географические» таблицы загрязнений разных стран крайне противоречивы. Анализируя ситуацию, он приходит к выводу, что некоторые национальные радиологические службы преуменьшали международные организации неточные предварительные результаты или явно заниженные, стремясь уменьшить беспокойство собственного населения и соседей.

Результаты независимых измерений радиологических служб НАТО, и ВОЗ, а также данных некоторых технических хорошо оснащенных национальных служб позволяют определить хотя бы с ошибкой в 50 % масштаб и характер радиоактивных выпадений в Европе (вне бывшего СССР), оценить возможные радиологические последствия и эффективность защитных мер, предпринятых в ряде стран.

Распределение радиоактивных выпадений по территории Европы было пятнистым, поскольку зависело от метеорологических и расстояния от аварийного реактора. Первое облако радионуклидов ушло в северо-западном направлении, накрыв часть Польши и Северную Европу. В результате на территории Финляндии, Норвегии и Швеции имелись «горячие» пятна, в которых загрязнение радиоактивным цезием составляло десятки и сотни тысяч беккерелей на квадратный километр площади (в Норвегии до 360 Бк/м², Швеции — до 200). Дания почти не пострадала. Ветер, сменившийся затем на западный, а после 29 апреля на юго-западный и южный, принес радионуклиды в Восточную, Центральную и Южную Европу, немного захватив и Турцию.

Об уровнях загрязнений можно судить по активности ¹³⁷Cs и ¹³⁴Cs в почве на территории посольства Великобритании в ряде европейских столиц: в Будапеште она составляла соответственно 8,8 и 5,3 Бк/м²; Прага — 4,9 и 2,9; Бухаресте — 4,3 и 2,6; Варшаве — 2,8 и 1,7; Белграде — 7,3 и 4,4. Помимо Югославии на европейском юге существенно пострадала Болгария, выпадения в Италии и Греции были относительно невелики.

Из-за пятнистости выпадений приведенные данные не вполне точно отражают уровни загрязнений всей территории каждой страны. Так на северо-востоке Польши были места, в которых загрязнение радиоактивным цезием достигало 30 Бк/м², а йодом — 1 МБк/м². В столице Австрии Вене выпадения того же цезия оказались на уровне 2 Бк/м², а в Зальцбурге и горных районах (на альпийских лугах) — в 50—100 раз выше. В Германии при средней радиоактивности цезия 6 Бк/м² в южной части были пятна почвы с активностью выше 60 Бк/м². Локальные уровни загрязнений определялись количеством осадков и высотой местности над уровнем моря. Над равнинами, например, аэрозоли, шедшие на высоте 1—3 км, не дали «сухих» выпадений, а в горах Австрии, Швейцарии и Югославии остави-

ли значительную часть взвешенных радиоактивных частиц.

Последствия чернобыльских выпадений зависели не только от уровня загрязнения, но также от климата и типа хозяйственной деятельности. В Болгарии и Польше уровни загрязнения почв и дозы внешнего облучения были примерно одинаковы, но Болгария пострадала сильнее: в начале мая скот этой страны был уже на пастбищах, и их загрязнение радионуклидами привело к тому, что среднее содержание радиоактивного цезия в молоке (в южной Болгарии) в мае 1986 г. составляло 400 Бк/л. В странах Северной Европы и частично в Польше скот продолжали содержать в стойлах, и в молоке финских коров активность цезия не превышала 5 Бк/л.

Сильнее всего радиоактивные выпадения сказались в странах Южной Европы. В Югославии в 1986 г. радиоактивность молока была выше 1 кБк/л, а иногда достигала 3 кБк и лишь в 1987 г. снизилась до 2,3 Бк/л. Загрязненным оказалось и мясо — активность баранины поднялась до 2—10 кБк/кг. Даже в Италии радиоактивность фруктов была выше 1 кБк/кг. На юге Европы потребление загрязненных продуктов внесло значительный вклад в индивидуальные дозы внутреннего облучения при относительно невысоких дозах внешнего. Этот вклад был особенно велик в странах, где не выбраковывались продукты питания — молоко, сыр, мясо, овощи, фрукты и т. д. В год аварии на ЧАЭС эффективная индивидуальная доза «среднего» болгарина составила 0,7—0,8 мЗв/год, что примерно в три раза больше дозы «среднего» норвежца, хотя уровень загрязнения почв в Болгарии был ниже, чем в Норвегии.

В странах Северной и Центральной Европы удалось снизить дозовые нагрузки специальными мерами по защите населения. В Австрии, Польше и Скандинавских странах после аварии на ЧАЭС кроме того, что было продлено содержание скота в стойлах, проводилась дезактивация пастбищ и водоемов, а в Скандинавии к тому же

за несколько месяцев до убоя скот переводился на чистые корма. Чтобы мясо и другие сельскохозяйственные продукты не попали в пищу населения, значительное их количество было уничтожено или скормлено животным на звероводческих фермах. В Норвегии в октябре — ноябре 1986 г. уничтожили около 25 % оленины (560 т), в 1987 г. — 10, в следующем — 6 %. Этой страной затрачено около 20 млн. долл. на контрмеры по защите населения и тем самым в первый же год снижена средняя индивидуальная доза до 0,25 мЗв, а коллективная — на 453 чел.-Зв (16 тыс. долл. на 1 Зв). Без таких мер дозы были бы в пять — семь раз выше. По оценкам, меры правительства Норвегии спасут в последующие 50 лет 30—40 жизней.

Радиобиология. 1991. Т. 3. С. 771—793.

Геология

Газ и нефть Арктики

С точки зрения природности сырья все большую роль играют шельфы Арктики. Их нефтегеологическим изучением длительно занимались Я. П. Маловцкий и В. В. Сенин (НИИ моргеофизики, Мурманск). По их данным, промышленная газонефтеносность связана здесь с крупными впадинами, среди которых выделяются три основные группы: расположенные вблизи границы шельфовой зоны и континента; внутришельфовые; впадины, находящиеся в полосе перехода от шельфа к глубоководным котловинам (континентальный склон).

Мощность осадочных отложений во впадинах очень велика и обычно превышает 10 км (в Южно-Баренцевой впадине достигает 18 км). Газонефтеносны впадины всех трех указанных выше категорий. Значительная промышленная газонефтеносность уже доказана для впадин: Южно-Баренцевской, Южно-Карской, Маккензи, Свердрупской (первая группа), Северо-Баренцевской (вторая группа), Тромсё (третья группа).

Впадины Арктического шельфа России, безусловно, должны стать объектами особо пристального внимания геологов.

Тезисы докладов 10-й Международной школы морской геологии. Т. 3. Институт океанологии РАН. М., 1992. С. 185—186.

Геология

Бактерии, «собирающие» золото

Дж. Уотерсон (J. Water-son; Геологическая служба США в Денвере, штат Колорадо), изучая под электронным сканирующим микроскопом частицы россыпного золота, найбитого старателями на р. Лилян-Крик в штате Аляска, обнаружил, что их «кружевное» строение напоминает скопление клеток бактерий *Pedomicrobium*. Диаметр этих золотых песчинок не превышал 0,1 мкм; более крупные, по мнению ученого, не имели шансов сохранить свою кружевную структуру неповрежденной.

Каким именно образом золото может концентрироваться на поверхности микроорганизмов, пока неясно. Возможно, оно остается после разложения бактериями гуминовых кислот, столь характерных для почв Аляски (эти кислоты могут быть связаны с некоторым количеством золота). Но возможно, что золото выделяется в процессе жизнедеятельности бактерий (хорошо известны микроорганизмы, которые способны образовывать на поверхности клеточных, содержащие значительные количества окислов железа и марганца).

Уотерсон полагает, что большая часть россыпного золота Аляски концентрировалась на поверхности микроорганизмов, причем не только в районах с холодным климатом. Аналогичные «кружевные» частицы уже находили в Китае в породах возраста около 220 млн. лет и в Южной Африке в породах, образовавшихся примерно 2,8 млрд. лет назад.

Не исключено, что в отдаленной перспективе человек научится использовать бактерии для «сбора» золота в коммерче-

ских количествах. Однако больших материальных выгод ожидать тут не приходится: чтобы «вырастить» частичку золота диаметром 0,1 мкм, бактерии потребуется немало времени.

New Scientist. 1992. V. 134. N 1819. P. 15 (Великобритания).

Сейсмология

Управляемые землетрясения в лабораториях

Группа американских и российских ученых, в которую входили Д. А. Локнер и Дж. Д. Байерли (D. A. Lockner, J. D. Byerlee; Геологическая служба США), В. С. Куксенко (Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН), А. В. Пономарев и А. Я. Сидорин (Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН) под руководством Д. А. Локнера провела в Национальном центре США по изучению землетрясений (Менло Парк, штат Калифорния) серию уникальных экспериментов по разрушению образцов горных пород, в которых фаза формирования и развития очага разрушения растягивалась во времени до нескольких часов — в обычных экспериментах она занимает лишь несколько десятых долей секунды. Замедление процесса разрушения позволило более точно моделировать явления, происходящие при подготовке землетрясений в условиях земных недр. Достиглось оно за счет использования отрицательной обратной связи в системе приложения осевой нагрузки к образцу: при увеличении скорости возникновения в образце микротрещин (количества импульсов акустической эмиссии) нагрузка пропорционально уменьшалась. Использовались цилиндрические образцы диаметром 76 мм и высотой 190 мм. Для максимального приближения условий эксперимента к реальным, помимо одноосного сжатия, образцы подвергались постоянному гидростатическому давлению $50 \pm 0,2$ МПа.

Еще одной очень важной особенностью экспериментов было размещение на поверхности образцов шести высокочув-

ствительных пьезоэлектрических датчиков акустических колебаний, распространяющихся в образце. Эта система датчиков представляла собой аналог сети сейсмических станций, используемых для регистрации волн от очагов землетрясений. С помощью специальной аппаратуры измерялись и записывались на магнитных носителях информации амплитуды и времена вступления акустических сигналов, снимаемых с датчиков. На ЭВМ по разнице времен вступлений сигналов на различных датчиках определялось точное положение возникшей микротрещины в объеме образца. Таким образом в течение одного эксперимента удавалось определять параметры нескольких десятков тысяч микротрещин с регистрацией данных об амплитудах акустических импульсов, генерируемых при их возникновении.

В результате экспериментов установлено, что в ненарушенных образцах гранита по мере их нагружения, вплоть до момента достижения максимального значения напряжений, образование микротрещин происходит достаточно равномерно по всему объему образца. Затем процесс возникновения микротрещин концентрируется лишь в небольшой области объемом около 2 см³. Эта область быстро развивается и формирует вытравленную в виде полудиска узкую трещиноватую зону. Она и определяет положение и ориентацию зарождающегося макроскопического разрыва. Микротрещины как бы заранее подготавливают путь, по которому произойдет разрушение образца, моделирующее землетрясение. За фронтом прорастающей в образец трещиноватой зоны образуется зона пониженных напряжений, для которой характерно заметное уменьшение скорости возникновения микротрещин. Ее обнаружение стало возможным лишь благодаря замедлению процесса разрушения образца.

Статистический анализ распределения записанных импульсов акустической эмиссии по амплитудам позволил установить, что в процессе подготовки разрушения образца происходили значимые изменения соотношения между количеством слабых и более сильных акусти-

ческих событий. Угол наклона графика повторяемости акустических импульсов, представляющего собой аналог широко используемого в сейсмологии графика повторяемости землетрясений — зависимости количества землетрясений от их энергии, сильно уменьшился в период зарождения разрыва. Затем, по мере его дальнейшего развития, этот угол восстановился примерно до половины своего исходного значения. В результате наблюдалась бухтообразная форма изменений обсуждаемой величины, характерная для землетрясений.

Полученные каталоги акустических событий могут сопоставляться с каталогами землетрясений различных регионов с целью поиска общих закономерностей.

© А. Я. Сидорин,
кандидат
физико-математических наук
Москва

Вулканология

Вулкан Сент-Хеленс под дистанционным наблюдением

В 1980 г. во время мощного и неожиданного извержения вулкана Сент-Хеленс в штате Вашингтон (крайний северо-запад США) взорвалась вершина этой горы, с ее склонов скатились грязевые потоки, порожденные мгновенно растаявшими льдами, погибли десятки людей, значительные площади превратились в пустыню.

Сейчас поведение вулкана контролирует установленный на борту самолета-лаборатории дистанционный прибор, именуемый «TIMS» (Thermal Infrared Multispectral Scanner — тепловой инфракрасный многоспектральный сканнер). Он обладает высокой чувствительностью к тепловому излучению. Известно, что расплавленная лава может достигать температуры около 10 000 °С, а на поверхности постепенно остывает до 50 °С. Хотя пепел, осаждающийся поверх лавового потока, занимает степень раскаленности изверженного материала, «TIMS» спосо-

бен зарегистрировать ее подлинную величину.

Анализом многочисленных инфракрасных изображений вулкана, получаемых при его облете, и сопоставлением их с численной моделью, описывающей топографию горы, занята группа геологов и вулканологов из Лаборатории реактивного движения (Пасадена, штат Калифорния). На последних снимках, сделанных в сентябре 1992 г., хорошо различимы активные фумаролы — расщелины, из которых вырывается пар. Особенно характерны они для расщелинной в самом центре кратера свежей «пробки», образовавшейся уже после извержения 1980 г. Изображения позволяют идентифицировать свежие отложения пепла и отличить более старый вулканический материал от молодого. Заметны также отдельные, даже небольшие концентрации газов, выделяющихся из недр.

Несомненно, что Сент-Хеленс остается активным и ныне, хотя в значительно меньших масштабах, чем 12 лет назад. Получаемая информация позволяет вычислять количество тепловой энергии, выделяемой на поверхность, и судить о вероятности новых извержений.

Экологов, зоологов и ботаников привлекает возможность изучать с помощью этой же методики процессы заселения склонов горы растениями и животными, полностью истребленными в момент извержения 1980 г.

New Scientist. 1992. V. 135. N 1837.
P. 5 (Великобритания).

География

Природные катастрофы в Китае

Самая населенная в мире страна является, по-видимому, и наиболее подверженной стихийным бедствиям, вызванным прежде всего метеорологическими и гидрологическими причинами.

Китай подвержен внезапным мощным ливням, ежегодно охватывающим площади в сотни тысяч квадратных километров.

За последние 30 лет здесь случилось 160 наводнений. Среди самых катастрофических выделяется наводнение в районе Жумадяня в провинции Хэнань, когда за трое суток количество осадков достигло 1050 мм (среднее многолетнее за год обычно составляет 800 мм). Бурный сток влаги с гор снес плотины двух водохранилищ, в результате чего утонули тысячи людей.

Ежегодно на побережье КНР обрушивается в среднем семь тайфунов, сопровождающихся мощными ветрами и ливнями. За период с 1931 по 1947 г. около 56 % сильнейших ливней было связано именно с тайфунами. Так, в октябре 1957 г. над Тайванем пронёсся тайфун, вызвавший в одной из местностей 1672 мм осадков в сутки; в 1969 г. тайфун, обрушившийся на провинцию Гуандун, повысил обычную высоту морского прилива на 2,8 м, так что вода слоём от 1 до 4 м затопила два прибрежных района.

Тяжелым ударом для населения является засуха. Со времени создания КНР самая губительная отмечена в 1972 г.; она охватила верхнее и среднее течения Янцзы и многие районы южного и северного Китая (в последнем пострадало до 90 % территории). Следующая катастрофа произошла в 1978 г., когда все посевы в бассейне рек Хуайхэ и Янцзы выгорели. Если же взять последние 500 лет, то наисильнейшая засуха отмечалась с 1638 по 1641 г. (эпоха династии Мин): по сообщениям летописцев, многие реки пересохли совсем, из колодцев вода исчезла, произошло нашествие саранчи и неисчислимое количество людей умерло от голода (в провинции Шаньси вымерло от 80 до 90 % населения).

Резкие похолодания также не редкость в Китае. Их можно ожидать ежегодно в начале октября, когда волны холодного воздуха вторгаются с севера, неся с собой изморось и снежные заряды. Характерный случай отмечался 23—29 декабря 1954 г., когда холодный фронт проследовал через провинции Цзянсу и Хэбэй. Линии связи и электропередачи были оборваны обледенением, встали заводы, шахты и поезда. Аналогичны и события 25—29 октября 1977 г., когда

во Внутренней Монголии толщина снежного покрова достигла 50 см, вызвав массовую гибель скота.

Грозам, сопровождающимся градобитием, сильными ветрами, проливными дождями и молниевыми разрядами, наиболее подвержены провинции Юньнань, Гуандун и Гуанси. В гористых местностях на западе страны отмечается в среднем 15—30 сут в год с градобитием; на востоке это случается реже, зато размеры града здесь, как правило, крупнее, так что урожаю страдает сильнее. В головной зоне грозы нередко образуется шквальная полоса, несущая с собой максимальные разрушения. В феврале 1983 г. такое явление отмечалось в провинции Гуанси: под ударами ветра с рельсов сошел пассажирский поезд и погибли 140 чел.

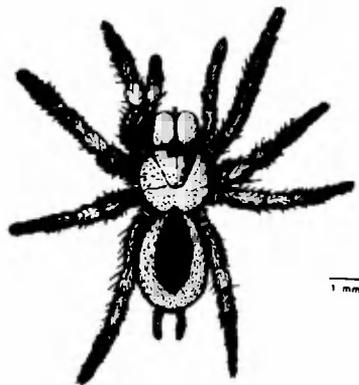
Власти Китая уделяют существенное внимание борьбе с последствиями природных катастроф и мерам по их предотвращению. Вслед за почти беспрецедентным в тысячелетней истории страны наводнением 1991 г. в распоряжение Национального комитета КНР по Международному десятилетию сокращения последствий стихийных бедствий были ассигнованы значительные средства не только на помощь пострадавшим, но и на создание условий для борьбы со стихией.

Natural Disasters Reduction in China. 1992. V. 1. N 2. P. 12—16 (Китай).

Палеонтология

Когда Землей «правили» пауки

Пауков, принадлежащих к видам подотряда *Megalomorphae*, нередко именуют «птицеядными». Наиболее известны среди ныне существующих мигаломорфы покрытые волосками собственно птицеведы, а также австралийские пауки, строящие из паутины колоколообразные убежища. В нашей стране мигаломорфные пауки обитают на юге России, на Кавказе и в горах Средней Азии.



Паук мигаломорф из триасового периода. Реконструкция.

До сих пор самыми древними предками нынешних мигаломорф считались те, что населяли Землю около 100 млн. лет назад; их ископаемые остатки обнаружили лишь в 1990 г. Недавно палеонтологи П. Селден (P. Selden; Манчестерский университет, Великобритания) и Ж.-К. Галл (J.-C. Gall; Университет им. Л. Пастера в Страсбурге, Франция) нашли свидетельства существования мигаломорф примерно 240 млн. лет назад.

Работая в одной из каменистых в Вогезских горах (восточная Франция), они нашли прекрасно сохранившиеся окаменелые остатки 10 особей нового для науки вида, которого назвали *Rosamygale grauvogeli* и отнесли к современному примитивному семейству *Hexathelidae* (к которому принадлежат и австралийские «строители колоколов»). Исследователи отмечают у розамигала необычно крупный по размеру прядильный орган, что еще раз подтверждает их способность строить сложные колоколообразные ловушки для насекомых. Конечности у него были покрыты колючей «шерстью» (волосками), а тело не превышало 7 мм в длину.

Обитал этот вид на Земле в эпоху триаса, т. е. мигаломорфы намного древнее, чем полагали до сих пор. Место находки в ту пору представляло собой побережье ископаемого моря Зехштейна — мелководного, но обширного бассейна,

покрывавшего в триасе большую часть нынешней Европы. Здесь же найдены остатки сухопутных ископаемых многоножек, скорпионов и различных насекомых.

Авторы полагают, что этот геологический период был «золотым веком» пауков. Вероятно, мигаломорфы были в триасе значительно более разнообразны и многочисленны, чем сегодня, и могли заполнять многие экологические ниши, ныне занятые более развитыми современными двулегочными пауками из подотряда *Araneomorpha*.

Paleontology. 1992. V. 35. P. 211;
New Scientist. 1992. V. 134. N 1826.
P. 18 (Великобритания).

КОРОТКО

● В конце 1991 г. НАСА и ряд других научных учреждений США приступили к проведению 6-месячной воздушной экспедиции в Арктике по изучению вероятности появления озонной дыры в стратосфере Северного полушария. Основываясь на повышении концентрации хлорфторуглеродов в этом районе, экспедиция даст перспективные оценки развития озонной дыры над Арктикой на период от 10 до 20 лет. Попутно будут искать причины истощения озона в стратосфере Северного полушария вплоть до широт, где находятся наиболее густонаселенные южные города США. Предполагается также изучать возможное воздействие полетов околозвуковых, а в скором будущем — и сверхзвуковых пассажирских авиалайнеров на состояние стратосферного озона.

The Bulletin of the American Meteorological Society. 1992. V. 73. N 1.
P. 81 (США).

● По данным ВОЗ, 52 млн. чел. в мире страдают тяжелыми психическими заболеваниями, такими как шизофрения или глу-

Археология

В Арктике найден один из ранних рисунков человека

Французская археологическая миссия в Арктике при раскопках в поселке Туле (о. Виктория, Канадский Арктический архипелаг) обнаружила рисунок, который специалисты определили как наиболее ранний из когда-либо встреченных в этом районе Арктики.

На позвонке гренландского кита изображена фигура прямо стоящего человека. Форма и стиль различных предметов, най-

денных на месте раскопок, их возраст, определенный радиоуглеродным методом, свидетельствуют, что люди здесь жили между 1380 и 1450 гг. Пигментный анализ показал, что для нанесения рисунка использовалась жженая кость.

В Туле и прежде находили схематичные изображения людей; данная находка отличается тем, что представляет собой рисунок отдельного человека.

Ранее найденный в Арктике рисунок отдельного человека был обнаружен в поселке Туксук на Аляске.

Polar Record. 1992. V. 28. N 166.
P. 253 (Великобритания).

● бокая депрессия. Около 155 млн. человек подвержены неврозам, у 120 млн. умственная отсталость и у 100 млн. аффективные нарушения. Эпилепсией поражены 50 млн., деменция (слабоумие) приблизительно у 15 млн. чел.

Press Release WHO/61. 5 октября 1992 г. (Швейцария).

● Б. Уотсон (B. Watson — инженер из Сизтла, штат Вашингтон, США) предложил проект гигантской энергетической установки, использующей мощные ветры на побережье штата Массачусетс. Установка состоит из нескольких гигантских турбин (длина лопасти турбины 100 м), подвешенных к дирижаблям на высоте от 1 до 3 км. Каждая турбина соединена системой тросов с плавучей платформой, стоящей на якорях в прибрежной полосе океана. Каждая турбина сможет вырабатывать 17 МВт электроэнергии при скорости ветра, часто превышающей 70 км/ч. По мнению автора, возможные проблемы борьбы с оледенением и коррозией металлических конструкций могут быть преодолены и стоимость

вырабатываемой энергии не превысит стоимость электроэнергии от обычных ТЭЦ.

Environment. 1992. V. 34. N 2. P. 24
(США).

● Специалисты Лаборатории гляциологии и геофизики окружающей среды Национального центра научных исследований Франции в сотрудничестве с Институтом спектроскопии РАН установили, что за период 1970—1990 гг. содержание свинца в гренландских льдах сократилось в 7,5 раза благодаря принятым в ряде промышленно развитых стран Европы мерам, в частности уменьшению количества свинцовых добавок в бензин. (За десятилетие, с 1950 по 1960 г., содержание свинца возросло от менее 100 пг на 1 г льда до более 200 пг.) По кадмию, цинку и меди тенденции к снижению четко не прослеживаются.

La Recherche. 1992. V. 23. N 239.
P. 14 (Франция).

Воспоминания М. М. Завадовского

В. И. Иванов

Член-корреспондент Российской АМН
Москва

НА ЖИЗНЕННОМ пути Михаила Михайловича Завадовского (1881—1957), к счастью, не было ни Лубянки, ни ГУЛАГа. Неисповедимые пути уберегли его от тюрем и лагерей, тяготы которых сполна испытали на себе многие его сверстники из числа российских биологов. На его долю выпала другая казнь: почти всю жизнь он неимоверными усилиями отбивался от непрерывных массированных атак, травли и прямо-таки злодейства околонуточных, околоправительственных и околопартийных шариковых и швондеров. Можно бы и расшифровать этих «около». Однако я решил последовать примеру самого Михаила Михайловича, который чаще всего людей добропорядочных называет полным именем, а всяких прочих — одним инициалом.

Особая агрессивность «прочих» была спровоцирована не только масштабами достижений Завадовского, а они были весьма значительны, но и тем, что эти достижения касались проблем эмбриологии, генетики, селекции, биотехнологии, физиологии гормонов, т. е. как раз тех направлений, которые пересекались с притязаниями псевдомичуринцев. Больше того, работы Завадовского имели огромное практическое значение — это в глазах лысенковцев ставило его в ряд соперников номер один.

Но сюжеты двух автобиографических повестей М. М. Завадовского, которые лежат в основе рецензируемой книги, естественно, богаче описания этих перипетий. Скажу сразу, что книга очень полезна и интересна. И я думаю, что редакторы и издатели глубоко правы, адресуя ее широкому кругу читателей, интересующихся историей отечественной биологии.

Основные разделы книги такие: вступление от редакции (биографическая справка); «Страницы жизни» и «История одного исследования» — две автобиографические повести



М. М. Завадовский. СТРАНИЦЫ ЖИЗНИ. М.: Изд-во МГУ, 1991. 336 с.

М. М. Завадовского (первая — с большим пластом житейских перипетий, вторая — скорее историко-научная); послесловие Н. Н. Воронцова, в котором названные сочинения рассматриваются в контексте эпохи; и, наконец, статья М. М. Завадовского «Творческий путь Томаса Генета Моргана» (о его месте в истории изучения эволюции).

Биография М. М. Завадовского богата самыми сложными ситуациями, порой граничащими с приключениями, и все это в хронологическом порядке и с большой искренностью изложено в первой его вещи «Страницы жизни». Начав, как положено, с воспоминаний детства, в которых особенно трогают ушедшие предметы, связанные с дореволюционным бытом интеллигентной семьи, М. М. Завадовский реконструирует свой жизненный путь до предвоенных 1939—1940 гг.

Читатель с увлечением погружается в атмосферу, царящую на естественном отделении физико-математического факультета Московского университета, когда там преподавали Н. К. Кольцов и М. А. Мензбир,

а их студентами были М. М. Завадовский и А. С. Серебровский. Восемь лет проработал потом Завадовский в лаборатории Кольцова, которого глубоко уважал. Но спустя годы признался, что своим главным учителем и наставником считал физика П. Н. Лебедева, которому посвятил свою выдающуюся монографию о трансформации пола.

В 1918 г. Завадовский начинает читать первый курс лекций — «Курс экспериментальной биологии» — в Университете Шаняевского, затем отправляется на короткий срок в Асканию-Нова, и гражданская война на два года отрезает его от центра. Это время, несмотря на опасности, сопровождавшие военные действия Махно, Врангеля, Деникина, Красной Армии, Завадовский интенсивно работает. По возвращении его назначают директором Московского зоопарка, где он организует лабораторию экспериментальной биологии, которая становится научной базой Московского университета.

И тут внезапно начинаются нападки в газетах, а потом и настоящая травля по-большевистски, которая сопровождает Михаила Михайловича всю последующую жизнь — и в период работы в Институте животноводства, и в бытность вице-президентом ВАСХНИЛ...

На этом этапе первая повесть прерывается. Да и трудно говорить о дальнейшем. Ученый, которому принадлежит честь открытия явления обратных связей как принципа, лежащего в основе развития организма и взаимодействия его систем, честь создания зоотехнической биотехнологии в нашей стране, разработка и внедрение в практику метода гормональной стимуляции, с помощью которой уже получали от овцематок свыше 50 % дополнительных ягнят, — такого уровня и значения ученый был в конце концов уволен отовсюду. Н были приняты во внимание ни Большая золотая медаль Все-

союзной сельскохозяйственной выставки (в то время крупная награда), ни орден Трудового Красного Знамени, ни даже Сталинская премия...

Разумеется, могут быть разные мнения, но мне больше пришлось по вкусу вторая книга воспоминаний — «История од-

ного открытия». Она представляется мне более яркой и насыщенной. В ней полно и глубоко прослежена эпопея с методом гормональной стимуляции овец. Михаил Михайлович описывает как содержательную сторону дела, так и все те коллизии, кои ему приходилось пре-

одолевать в Средней Азии, Казахстане, Москве. Лысенковцы преследовали его на каждом шагу, сбивали с ног, но он вновь поднимался и шел к своей цели. Пересказать это невозможно. Советую прочитать.

Важным дополнением к автобиографическим сочинени-

Дорогие читатели!

Не забудьте вовремя подписаться на «Природу» на второе полугодие 1993 года! Скорее всего, наш журнал будет распространяться только по подписке, и вы не сможете покупать его в киоске. Не упустите возможности продолжить свои встречи с самыми известными и результативными учеными и оставаться в курсе наиболее крупных событий в развитии естествознания.

Мы рассчитываем на Вашу верность «Природе»!

Ф. СП-1	АБОНЕМЕНТ на журнал	70707																								
	ПРИРОДА	(индекс издания)																								
	на 1993 год	Количество комплектов																								
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td><td style="width: 12.5%;">10</td><td style="width: 12.5%;">11</td><td style="width: 12.5%;">12</td> </tr> <tr> <td> </td><td> </td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12															
	Куда	(почтовый индекс) (адрес)																								
	Кому	(фамилия, инициалы)																								

	ДОСТАВочНАЯ КАРТОЧКА																									
	ПВ место .ти-тер	70707																								
	на журнал	(индекс издания)																								
	ПРИРОДА																									
Стоимость	подписки пере-адресовки	руб. коп. руб. коп.	Количество комплектов																							
на 1993 год																										
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td><td style="width: 12.5%;">10</td><td style="width: 12.5%;">11</td><td style="width: 12.5%;">12</td> </tr> <tr> <td> </td><td> </td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12															
	Куда	(почтовый индекс) (адрес)																								
	Кому	(фамилия, инициалы)																								

ям М. М. Завадовского служит «Послесловие» Н. Н. Воронцова: без него и без вступительной статьи целый ряд фактов и рассуждений было бы трудно оценить в полной мере.

Немного о статье «Творческий путь Томаса Гента Моргана». Хотя она и издавалась сравнительно недавно, но так уж она хороша, что я вполне разделяю решение составителей включить ее в книгу. Жаль, что в несколько сокращенном виде.

И наконец, несколько вопросов и замечаний к ком-

ментаторам. В авторских текстах есть недомолвки, не получившие разъяснений. Например, как справедливо пишет Н. Н. Воронцов, М. М. Завадовский вместе с А. С. Серебровским, С. С. Четвериковым, Г. О. Роскиным входил в первую когорту кольцовцев. Почему же он сам не ставит Н. К. Кольцова в ряд своих учителей, отдавая предпочтение П. Н. Лебедеву и Луи Пастеру? Вопрос заслуживает разъяснения. Лишь вскользь упоминает М. М. Завадовский о своем брате Б. М. Завадовском как об ученом, но Н. Н. Ворон-

цов, говоря о семье, «давшей двух известных исследователей», этот тезис не развивает. Остается чувство некоторой неудовлетворенности, когда не находишь в послесловии достаточно прочного ответа на вопрос, какова сегодняшняя судьба главных направлений и результатов научной работы М. М. Завадовского.

В книге нередки опечатки, в том числе повторяющиеся. Но все это можно учесть при подготовке второго издания этой хорошей, интересной и полезной книги.

ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ ОФОРМЛЕНИЯ АБОНЕМЕНТА!

На абонементах должен быть проставлен оттиск кассовой машины.

При оформлении подписки (переадресовки) без кассовой машины на абонементах проставляется оттиск календарного штампера отделения связи. В этом случае абонемента 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, изложенными в каталогах Союзпечати.

Заполнение месячных клеток при переадресовании издания, а также клетки «ПВ—МЕСТО» производится работниками предприятий связи и Союзпечати.

Из истории Абастуманской астрофизической обсерватории

В. А. Бронштэн,
кандидат физико-математических наук
Москва

АБАСТУМАНСКАЯ астрофизическая обсерватория по праву считается одной из лучших высокогорных обсерваторий Европы. Хороший климат, большое количество ясных ночей, спокойствие атмосферы — все это наряду с высоким качеством приборов, умелым руководством и наличием высококвалифицированных сотрудников позволило обсерватории в течение 60 лет выполнить многочисленные исследования в самых различных областях астрофизики — от измерения поляризации света, отражаемого поверхностью Луны, до изучения природы далеких галактик.

Но нас будет интересовать история организации Абастуманской обсерватории. По причинам, которые станут вскоре понятны читателю, до последнего времени эта история излагалась в книгах и статьях советского периода неполно, роль некоторых лиц сознательно замалчивалась. И совсем не по вине авторов книг и статей. Просто на описание деятельности этих лиц было наложено строгое табу. Теперь пришла пора поставить все на свои места.

БАШНЯ ГЛАЗЕНАПА

Хотя, учреждению, именуемому Абастуманской астрофизической обсерваторией, формально сейчас около 60 лет, на самом деле ее история насчитывает более 100 лет.

Уже в конце 80-х годов прошлого века 40-летний профессор Санкт-Петербургского



Сергей Павлович Глазенап
(1848—1937).
Фото 90-х годов.

университета астроном Сергей Павлович Глазенап начал систематические наблюдения двойных звезд. Но Петербург был крайне неудобным местом для таких наблюдений: высокая северная широта, запыленность атмосферы, неважный для астрономических работ климат — все это сильно ограничивало возможности наблюдателя и выбор объектов.

Летом 1890 г. С. П. Глазенап, человек деятельный и энергичный, организовал наблюдения двойных звезд в Гурзуфе, на южном берегу Крыма. Директор Пулковской обсерватории О. В. Струве предоставил в его распоряжение прекрасный 150-миллиметровый рефрактор Репсольда. На склоне горы была выстроена временная башенка с откатывающейся крышей, в ко-



Великий князь Георгий Александрович
(1870—1899).



Великий князь Георгий Михайлович
(1836—1919).

торой и был установлен телескоп. За четыре месяца Глазенап произвел 888 наблюдений двойных звезд, результаты которых он вскоре опубликовал.

Между тем подходило к благополучному завершению другое важное дело, во главе которого стоял Глазенап,— организация Русского астрономического общества. Хлопоты по созданию этого общества были начаты еще в 1880 г., но лишь в октябре 1890 г. министр народного просвещения граф И. Д. Делянов утвердил его устав. В марте 1891 г. на первом общем собрании С. П. Глазенап был избран товарищем (заместителем) председателя общества, а спустя три года, после отставки академика Ф. А. Бредихина, он занял председательский пост.

Одним из почетных членов Русского астрономического общества был избран великий князь Георгий Александрович, второй сын императора Александра III. Он серьезно интере-

совался астрономией и отнюдь не собирался оставаться почетной, но пассивной фигурой. Узнав, что Глазенап ищет место для южной обсерватории, великий князь Георгий Александрович предложил построить ее на территории собственной дачи в курортном городке под названием Абастуман (или даже Абас-Туман; со второй половины 1930-х годов — Абастумани). Великий князь, которому тогда был 21 год, страдал туберкулезом легких и лечился здесь, на юге Грузии. Он занимал и официальный пост — наместника Кавказа. Это облегчило задачу.

Глазенап с благодарностью принял предложение и немедленно взялся за дело. В это время Петербургский университет получил от фирмы «Репсольд» новый 240-миллиметровый рефрактор. Обществу машиностроения «Путилов» в Петербурге был заказан вращающийся купол обсерватории. И телескоп, и купол были погру-

жены в товарный вагон. Благодаря содействию своего брата Алексея Павловича, директора железных дорог Балтики, Сергей Павлович с семьей и его драгоценный груз благополучно доехали до Владикавказа. Дальше пришлось добираться по Военно-Грузинской дороге до Тифлиса, затем небольшой участок по Закавказской железной дороге до станции Михайлово (ныне Хашури) и оттуда на лошадах до Абастумана. Весь этот путь занял ровно 10 дней.

Спустя следующие 10 дней Глазенап уже приступил к строительству башни обсерватории. Поскольку в этом деле был заинтересован и Георгий Александрович, постройка башни и установка телескопа заняли только полтора месяца. Уже 23 августа 1892 г. состоялось торжественное открытие и освящение обсерватории. При этом присутствовали два великих князя: Георгий Александрович и Георгий Михайлович. Обсерва-

тория получила наименование Георгиевской.

Великий князь Георгий Михайлович, внук Николая I и племянник Александра II, был крупнейшим нумизматом, его старший брат Николай Михайлович получил известность как историк. Об их печальной судьбе будет рассказано ниже.

Участие Георгия Михайловича в открытии Абастуманской обсерватории не прошло незамеченным. Он тоже был избран почетным членом Русского астрономического общества, а еще один великий князь, наследник престола Николай Александрович (будущий Николай II), учредил при обществе две ежегодные премии по 500 руб. каждая за лучшие работы по астрономии. Первыми поступили на рассмотрение работы известного пулковского астрометриста С. К. Костинского и специалиста по теории фигуры Земли Ф. А. Слудского. Обе были удостоены премии.

Между тем Глазенап сразу же после открытия обсерватории приступил к систематическим наблюдениям двойных звезд, которые продолжались до 27 мая 1893 г. За это время он провел 1220 наблюдений 610 пар двойных звезд. Кроме того, он наблюдал несколько переменных звезд, комету Холмса, полное затмение Луны 4 ноября 1892 г., два затмения спутников Юпитера, покрытие одной из звезд Лунной. Он вел статистику ясных ночей. При наблюдениях Сергеем Павловичу помогал молодой казак 15 лет, который зажигал лампы, поворачивал купол башни.

К сожалению, так удачно начатое дело не было доведено до конца. Покинув Абастуман, Глазенап уже в августе 1893 г. построил новую обсерваторию в своем имении Домкино (близ Луги), где и продолжил наблюдения двойных звезд в тот же 240-миллиметровый рефрактор.

Возникает вопрос: почему же Глазенап не продолжил так удачно начатые наблюдения в Абастумане? Вот как он сам говорит об этом: «После окончания экспедиции в Абастумане и когда выяснилось, что у меня не будет возможности продолжать наблюдения в Абастумане, я с поддержкой Петер-



Борис Васильевич Нумеров
(1891—1941).

бургского университета выстроил в нашем имении Домкино, возле Луги, такую же железную башню с поворотным куполом, как и в Абастумане.

Каждую весну, с наступлением весенних каникул, перевозил туда 9,5-дюймовый рефрактор Репсольда, которым производил измерение двойных звезд... Осенью, с наступлением лекционного времени, я перевозил рефрактор в Петербург и там продолжал наблюдения...»¹

Складывается впечатление, что основной причиной, мешавшей Глазенапу продолжать наблюдения в Абастумане, была его работа в университете. Из-за отсутствия свободного инструмента он не мог послать на Георгиевскую обсерваторию и другого астронома.

В 1900 г. в Русском астрономическом обществе был поставлен вопрос о возобновлении работы Георгиевской обсерватории и даже об оснащении

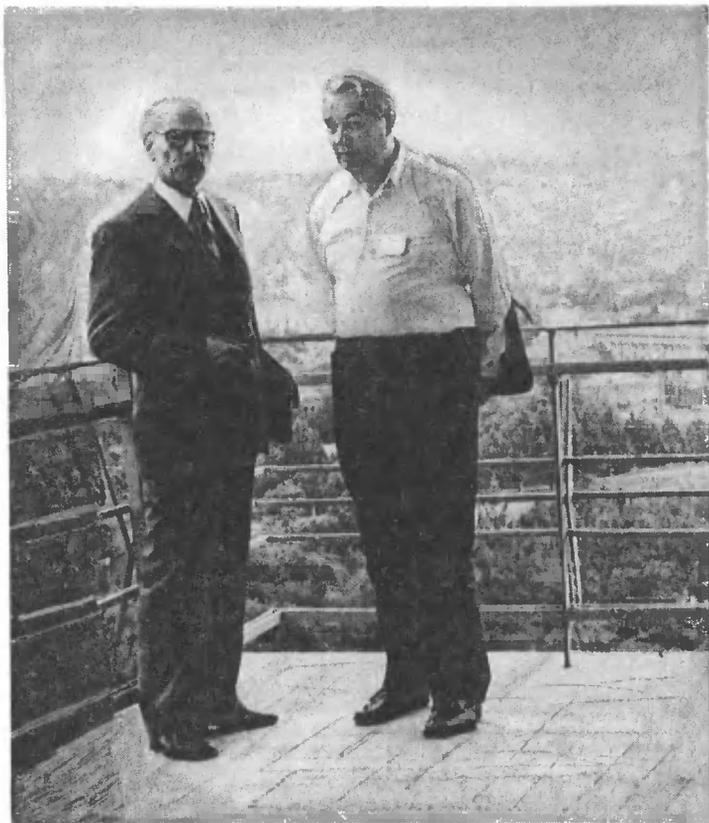
ее новейшими инструментами. Начался сбор средств на это дело, но частных пожертвований было недостаточно, а правительство после смерти в 1899 г. Георгия Александровича (которого не смог спасти даже горный воздух Абастумана) не проявило интереса к обсерватории.

В те годы туберкулез был настоящим бичом, он был практически неизлечим и не щадил никого — от простых крестьян до великих князей. Но куда трагичнее была судьба другого участника открытия Георгиевской обсерватории — великого князя Георгия Михайловича. Арестованный красным патрулем в Гельсингфорсе, он вместе с братом Николаем и двумя другими великими князьями был расстрелян морозной ночью 28 января 1919 г. во дворе Петропавловской крепости по постановлению ВЧК.

ПОИСКИ МЕСТА ДЛЯ ВЫСОКОГОРНОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

Прошло 35 лет. В 1927 г. Астрономический институт в Ле-

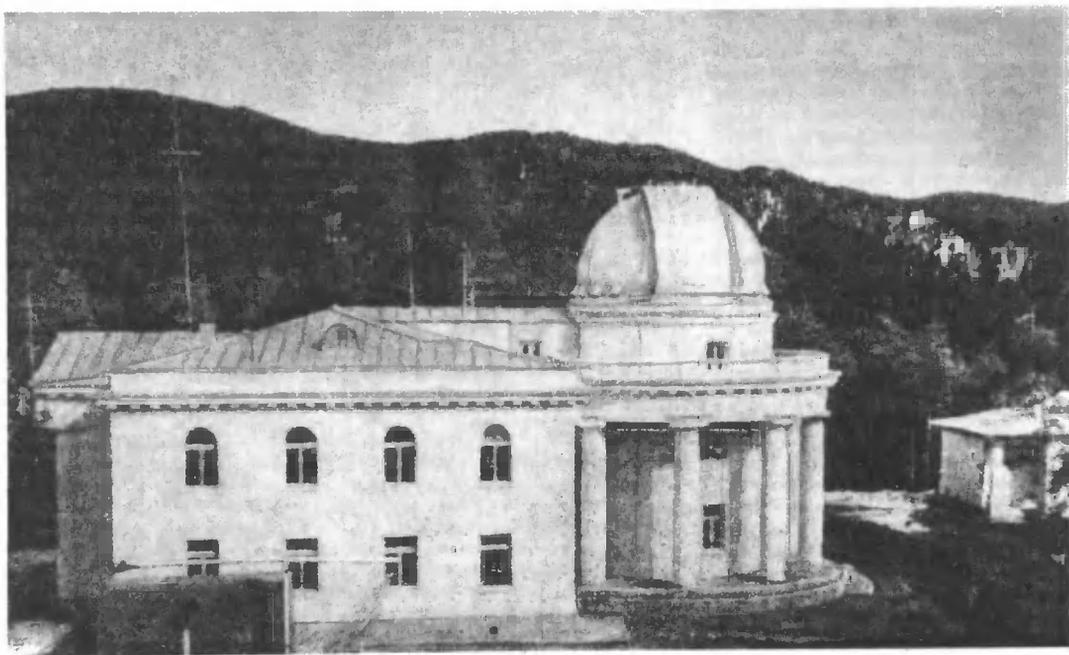
¹ Глазенап С. П. // Мироведение. 1936. Т. 25. № 1. С. 66.



Евгений Кириллович Харадзе (слева) беседует с автором статьи (Тбилиси, июль 1975 г.).

нинграде, которым руководил 36-летний астроном Б. В. Нумеров, принял решение построить свою обсерваторию на юге страны и начал готовить для нее новые приборы. В 1929 г. Б. В. Нумеров посетил ряд горных обсерваторий США и пришел к выводу, что обсерваторию нужно строить в горном районе, приближающемся по метеорологическим характеристикам к обсерваториям типа Маунт-Вильсоновской, используя для выбора места опыт русских астрономов Г. А. Тихова, К. Д. Покровского, С. П. Глазенапа и других, проводивших наблюдения в южных широтах. В частности, азербайджанские метеорологи указали пулковскому астроному Покровскому на Нагорный Карабах как на наиболее подходящее место. В августе 1930 г. ленинградские астро-

Одно из зданий современной Абастуманской астрофизической обсерватории.



номы А. В. Марков и В. Б. Никонов и грузинский геофизик И. А. Бенашвили провели обследование этого района, в частности в городах Степанакерт, Шуша, Лысогорск, Лачин. Какое счастье, что там не была построена обсерватория! Что стало бы теперь с нею и с ее астрономами?

Экспедиционные работы в Грузии были впервые проведены летом 1931 г. совместной экспедицией Астрономического института и Геофизической обсерватории Грузии, расположенной в Тифлисе. Экспедиция института выехала в составе Нумерова, Никонина и В. С. Мошковой. В Тифлисе к ней присоединился научный сотрудник Геофизической обсерватории Е. К. Харадзе (бывший в то же время аспирантом у Б. В. Нумерова). Никонов и Харадзе работали в Абастумане, Мошкова и Ш. В. Мосидзе — в Бакуриани. В конце августа к ним присоединился Б. В. Окунев. Работали до сентября. Предварительное обсуждение этого вопроса позволило выявить для исследования районы: Абастуман-Ахалцхский, Цеминский, Шумта-Гомборский и Сванетский. От района Бакуриани решили отказаться — там часто бывают грозы, ветры, туманы. По спокойствию атмосферы наилучшим районом была признана Кахетия, но, как полагал Харадзе, выход на горы, окружающие Абастуман, дал бы несравненно лучший результат. Он оказался прав.

Уже летом 1932 г. на базе башни Глазенапа была организована Абастуманская астрофизическая обсерватория, первоначально как опытная горная станция. С августа там были начаты наблюдения качества изображения и дрожания звезд, а также фотографические и фотоэлектрические наблюдения переменных звезд. В работе участвовали Марков, Никонов, Окунев, Харадзе, а также П. П. Добронравин, М. А. Вашихидзе. Здесь использовался первенец советской оптической промышленности — 33-сантиметровый рефлектор, изготовленный талантливым оптиком Н. Г. Пономаревым.

В 1934 г. правительство Грузинской ССР утвердило план

и ассигнования на строительство Горной астрофизической обсерватории в Абастумани, на горе Канобили, в 7 км от курорта Абастумани, на высоте 1700 м над уровнем моря. Строительство было в основном завершено к 1937 г. Тогда же начались наблюдения и стал издаваться «Бюллетень Абастуманской астрофизической обсерватории». Рефлектор Пономарева был перенесен на новое место, во вновь построенных башнях были установлены и другие приборы. Башня Глазенапа во второй раз послужила астрономам, и на этом ее роль закончилась. Теперь это своеобразный памятник истории русской и грузинской астрономии.

С самого начала деятельности Абастуманской обсерватории, с 1932 г., и по настоящее время ее директором работает Евгений Кириллович Харадзе. Он принял обсерваторию будучи аспирантом, теперь он академик двух Академий наук: Российской и Грузинской. В течение 60 лет он беспрерывно руководит работой обсерватории, установив в этом отношении своеобразный рекорд, достойный занесения в книгу рекордов Гиннесса. И о самом Евгении Кирилловиче, и о научных исследованиях Абастуманской обсерватории написано и еще будет написано немало статей и книг². Наша задача была рассказать об истории возникновения этой обсерватории.

Основные научные проблемы, изучаемые в Абастуманской обсерватории, это: строение нашей звездной системы — Галактики, изучение межзвездной среды и вызываемого ею поглощения света, исследование галактических туманностей, двумерная спектральная классификация звезд, теоретические исследования их галактических орбит, изучение переменных и стационарных звезд, всесторонние исследования процессов, происходящих на Солнце, изучение природы планет и их спут-

ников, исследования высоких слоев атмосферы. В Тбилисском университете ведется подготовка кадров молодых астрономов.

Недавние печальные события в Грузии не могли не отразиться и на Абастуманской обсерватории. Из-за нехватки энергоносителей в обсерватории отключили электричество и отопление (зимой!), остановились все электрические часы, вышли из строя фотоэлектрические приборы, электрооборудование телескопов и куполов. И все же обсерватория и ее астрономы работали!

ВЫЧЕРКНУТЫЕ ИЗ ИСТОРИИ

Теперь о тех, кого автор имел в виду, говоря, что до недавнего времени роль некоторых лиц в создании Абастуманской обсерватории сознательно замалчивалась. Имелись в виду великий князь Георгий Александрович, а также Борис Васильевич Нумеров. Первого не упоминали потому, что он был членом династии Романовых, второго — потому что он был в 1936 г. арестован и в 1941 г. расстрелян по ложному обвинению во «вредительстве». После 1917 г. единственным организатором первой обсерватории в Абастумани в 90-х годах прошлого века назывался Глазенап, а после 1936 г. основным организатором современной Абастуманской обсерватории считался Е. К. Харадзе. Это можно прочитать во многих публикациях.

А вот как описывает роль Нумерова в этом деле сам Евгений Кириллович в своих воспоминаниях. Мы приведем только два отрывка.

«Борис Васильевич Нумеров запомнился мне на всю жизнь как яркая, интересная, обаятельная личность. Первая моя встреча с ним состоялась летом 1930 г., когда он приехал в Тбилиси, чтобы организовать экспедиции для поиска в горных районах Грузии места, где предполагалось построить астрономическую обсерваторию современного типа. <...>

Студентом я мечтал заниматься астрономией, однако для этого в Тбилиси не было в то время (конец 20-х — начало

² Абастуманская астрофизическая обсерватория на горе Канобили. Тбилиси, 1971; Шеварднадзе Э. А. Евгений Кириллович Харадзе // История науки. Тбилиси, 1984. Т. 6. С. 142.

30-х годов.— В. Б.) никаких условий, даже в университете читались только курсы общей и сферической астрономии. Поэтому я стал работать в Геофизической обсерватории, где и остался бы, не появившись в Тбилиси Б. В. Нумеров и В. Б. Никонов. Б. В. Нумеров решил мою судьбу, за что я храню чувство глубокой благодарности к нему. Но важно не это, а то, что его талант решительно способствовал созданию высокогорной обсерватории в Грузии³.

Кажется, ясно. Но хочется к этому добавить, что в лице Евгения Кирилловича Харадзе Нумеров нашел достойного руководителя новой обсерватории, под руководством которой она стала современным научным астрономическим учреждением; в ее стенах выросли такие известные астрофизики, как Ш. Г. Гор-

деладзе, М. А. Вашакидзе, В. П. Джалишвили, Г. Н. Салуквадзе, Р. А. Бартая, Р. И. Килладзе и многие другие.

Пожелаем же Абастуманской обсерватории и ее астрономам дальнейших успехов. А для этого нужно пожелать в первую очередь прекращения военных действий на территории бывшего СССР.

³ Харадзе Е. К. Воспоминания о Б. В. Нумерове // Нумеров А. Б. Борис Васильевич Нумеров. Л.: Наука, 1984. С. 121—124.

Над номером работали

И. о. ответственного секретаря
М. Ю. ЗУБРЕВА

Заместитель ответственного секретаря
В. И. ЕГУДИН

Научные редакторы
И. Н. АРУТЮНЯН
О. О. АСТАХОВА
Л. П. БЕЛЯНОВА
Э. Ю. КАЛИНИН
Г. М. КАРАСЕВА
Г. В. КОРОТКЕВИЧ
Л. Д. МАЙОРОВА
Н. Д. МОРОЗОВА
Н. В. УСПЕНСКАЯ
О. И. ШУТОВА

Литературный редактор
Г. В. ЧУБА

Художественные редакторы
Л. М. БОЯРСКАЯ, Д. И. СКЛЯР

Заведующая редакцией
С. С. ПЕРЕПЕЛКИНА

Корректоры
Р. С. ШАЙМАРДАНОВА,
О. Н. БОГАЧЕВА

В художественном оформлении номера принимали участие:
В. С. КРЫЛОВА
А. В. СТОЛЬНИКОВ
Ю. В. ТИМОФЕЕВ

Ордена Трудового Красного
Знамени издательство «Наука»

Адрес редакции:
117810, Москва, ГСП-1,
Мароновский пер., 26
Тел. 238-24-56, 238-26-33

Сдано в набор 4.12.92.
Подписано в печать 2.02.93.
Формат 70×100 1/16
Бумага офсетная № 1
Офсетная печать
Усл. печ. л. 10,32
Усл. кр.-отт. 316,8 тыс.
Уч.-изд. л. 15,0
Тираж 11835 экз.
Зак. 1554
Цена 20 р.

Ордена Трудового
Красного Знамени
Чеховский полиграфический
комбинат
Министерства печати
и информации
Российской Федерации
142300, г. Чехов
Московской области

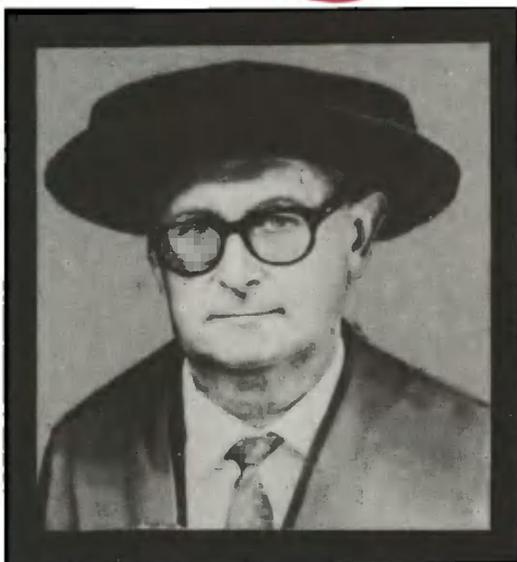
ПРИРОДА

3⁹³



Одна из ключевых проблем создания ядерного оружия — разработка крупномасштабной технологии выделения плутония из облученного в реакторе урана — была успешно решена В. Г. Хлопиным и его сотрудниками после того, как в 1943 г. решением Государственного комитета обороны были возобновлены работы по «урановой проблеме», начатые еще до войны по инициативе В. И. Вернадского и В. Г. Хлопина.

Мещеряков М. Г. ХЛОПИН: ВОСХОЖДЕНИЕ НА ПОСЛЕДНЮЮ ВЕРШИНУ



В Канберре при входе в отдел энтомологии на стенде с фотографиями ученых, особенно отличившихся в изучении насекомых Австралии, значатся две русские фамилии: Н. В. Добротворский и С. Я. Парамонов. Имена этих зоологов до сих пор почти неизвестны на родине.

Голубовский М. Д. РУССКИЕ ЗООЛОГИ В АВСТРАЛИИ. ЧАСТЬ I. Н. В. ДОБРОТВОРСКИЙ



Богатая полезными ископаемыми Монголия, занимающая обширную территорию между двумя древними платформами — Сибирской на севере и Китайско-Корейской на юге, представляет исключительный интерес для геологов всего мира.

Зайцев Н. С., Бямба Ж., Яншин А. А. ОЧЕРК ГЕОЛОГИИ МОНГОЛИИ

Даже краткая «биография» советского спутника-разведчика «Зенит» подтверждает истину, что секретность в науке, технике и технологиях — явление вредное.

Фрумкин Ю. М. СЕКРЕТЫ НАШИХ СПУТНИКОВ-РАЗВЕДЧИКОВ

