

ПРИРОДА

10 03



В НОМЕРЕ:**3 Иванцов А.Ю.**
Вендский организм опознается по отпечаткам

Палеонтологи чаще всего имеют дело с костными остатками древних животных и благодаря этому восстанавливают их облик. А как быть, если организм был мягкотелым, да еще жил 600 млн лет назад? Тогда для опознания можно привлечь отпечатки тел.

10 Левицкая Н.Г., Каменский А.А.
Регуляторные пептиды

Небольшие белковые молекулы, пептиды, обладающие биологической активностью, были открыты относительно недавно. А сегодня один из них, адренорегуляторный гормон, стал основой для нового эффективного лекарства с чрезвычайно широким спектром действия.

Калейдоскоп**16**

Чарлз Дарвин — в Интернете (16). Над северным полюсом Солнца (16). Год, когда был открыт закон (16). Долги скончалась (36). Борьба с глобальным потеплением (36). Германский источник нейтронов заработает в 2004 году (58). Судьба новозеландских птиц (58).

17 Полежаев В.И., Соболева Е.Б.
Гидродинамика околокритических жидкостей

Вблизи критической точки, когда различие между жидким и газообразным состояниями стирается, вещество приобретает необычные свойства. Благодаря их экспериментальному и теоретическому исследованию рождается новое научное направление.

27 Баталин Б.С.
Вред и польза шлаковых отвалов

Возле металлургических заводов скопились горы шлаков, вредных для окружающей среды и всего живого. Переработка этих отходов очень затруднена, но возможна: из одного вида шлака получают кирпич, одновременно утилизируя чрезвычайно опасный сернокислотный сток.

Заметки и наблюдения**33 Кантор Ю.И.**
Конусы: смертельная опасность или мнимая угроза?**37 Короновский Н.В., Демина Л.И.**
Исчезнувшие вулканы Главного Кавказского хребта**Вести из экспедиций****44 Амирханов Х.А., Лев С.Ю.**
Зарайская палеолитическая стоянка — памятник исключительной значимости**48 Сурдин В.Г.**
Куда направлены спиральные рукава галактик?**51 Есаков В.Д.**
Эпизоды из истории атомного проекта
Заметки архивиста**59 Свердлов Л.М.**
«...Вам вверено главное руководство сей экспедиции»

Начало первой русской кругосветной экспедиции омрачилось досадным конфликтом между капитан-лейтенантом И.Ф.Крузенитером и камергером Н.П.Резановым, каждый из которых был назначен Александром I главным руководителем плавания.

Новости науки

67 Звезды рождаются не только в галактиках. **Вибе Д.З.** (67). Судьба шаровых скоплений (67). Планеты образуются буквально «на глазах» (68). Телескопы продолжают расти (69). ALMA — крупнейший радиотелескоп. **Сурдин В.Г.** (69). Как появляются спутники планет (70). Проект ITER: круг участников расширяется (71). Магнит из ВТСП: свыше 17 Тл при 29 К! (71). Можно ли создать нанотрубку из кремния? (71). Электронный пучок от углеродной нанотрубки (72). Моллюсков расселяет нотения. **Тимофеев С.Ф.** (72). Растения сигнализируют об опасности. **Гиляров А.М.** (72). В защиту коралловых рифов (73). «Молчаливое» землетрясение угрожает Японии (73). Мауна-Лоа готовится к извержению (74). Извержение Этны (75). Новости из вечной мерзлоты (75). Глобальное потепление: всерьез и надолго? (76). Сток рек в Северный Ледовитый океан растет (76). Кто виноват — смог или грипп? (77). Реконструкция палеоклимата: степень приближения (77). И снова предок (78). Уникальная сохранность гадрозавра (78). Ферганозавр Верзилина. **Алифанов В.Р., Аверьянов А.О.** (79). Древний народ на берегах Амазонки (80). Как появилась письменность в Америке? (81). Языки индейцев: изучить и сохранить (82). Озера-убийцы (82).

Коротко (83)

84 ПАТРИАРХ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ТЕРИОЛОГИИ

(К 95-летию Н.К.Верещагина)

Верещагин Н.К.

Проблемы создания и хранения териоколлекций в биологических учреждениях России и СНГ (85)

Рецензии**Штильмарк Ф.Р.**

Познавательные воспоминания (89)

Новые книги**92****В конце номера****93 Островский А.Н.**
Судьба коллекции Карла Линнея

CONTENTS:

3 **Ivantsov A.Yu.** **Vendian Organisms Are Identified from Their Imprints**

Paleontologists most frequently deal with bone remains of ancient animals, enabling them to reconstruct their appearance. What can be done, however, if the organism was soft-bodied and, besides, lived 600 000 years ago? In this case, identification can be based on the imprint left by its body.

10 **Levitskaya N.G. and Kamensky A.A.** **Regulatory Peptides**

Peptides, small biologically active protein molecules, were discovered relatively recently. Today one of them, the adrenocorticotrophic hormone, has provided the basis for a new effective medicine with an extremely broad spectrum of action.

Kaleidoscope

Charles Darwin Is in the Internet (16). Over the North Pole of the Sun (16). The Year the Law Was Discovered (16). Dolly Is Dead (36). The Fight against Global Warming (36). A German Neutron Source Will Start Operating in 2004 (58). The Fate of New Zealand Birds (58).

17 **Polezhaev V.I. and Soboleva E.B.** **Hydrodynamics of Near-Critical Liquids**

Near the critical point, when the difference between the liquid and gaseous states disappears, materials acquire unusual properties. Their experimental and theoretical research gives rise to a new area of study.

27 **Batalin B.S.** **The Harm and Good Coming of Slag Dumps**

Huge piles of slags have accumulated near steelworks, causing harm to the environment and living organisms. Recycling this waste material is very difficult but possible: one kind of slag can yield bricks, while at the same time disposing of the extremely hazardous sulfuric acid effluents.

Notes and Observations

33 **Kantor Yu.I.** **Cones: Mortal Danger or Imaginary Threat?**

37 **Koronovsky N.V. and Demina L.I.** **Extinct Volcanoes of the Main Caucasus Range**

News from Expeditions

44 **Amirkhanov Kh.A. and Lev S.Yu.** **The Zaraisk Paleolithic Camp: A Monument of Extraordinary Importance**

48 **Surdin V.G.** **In Which Direction Are the Spiral Arms of Galaxies Pointed?**

51 **Esakov V.D.** **Episodes of the History of the Nuclear Project** Notes of an Archivist

59 **Sverdlov L.M.** **«...You Are Entrusted with the Chief Leadership of This Expedition»**

The beginning of the first Russian circumnavigatory expedition was marred by the sad conflict between Captain Lieutenant I.F.Krusenstern and Chamberlain N.P.Rezanov, each of whom was appointed the chief leader of the cruise.

Science News

67 Stars Are Born not Only in Galaxies. **Wiebe D.Z.** (67). The Fate of Spherical Star Clusters (67). Planets Form Right Before Our Eyes (68). Telescopes Keep on Growing (69). ALMA — The Largest Radiotelescope. **Surdin V.G.** (69). How Planetary Satellites Appear (70). The ITER Project: The Range of Participants Is Extended (71). A HTSC-Magnet: Over 17 T at 29 K! (71). Is It Possible to Create Nanotubes from Silicon? (71). An Electron Beam from a Carbon Nanotube (72). Mollusks Are Resettled by *Notothenia* sp. **Timofeev S.F.** (72). Plants Signal Danger. **Ghilyarov A.M.** (72). In Defense of Coral Reefs (73). Japan Threatened by a «Silent» Earthquake (73). Mauna Loa Gets Ready for Eruption (74). Etna's Eruption (75). Permafrost News (75). Global Warming: In Earnest and for Long? (76). River Discharge into the Arctic Ocean Is Growing (76). Which Is to Blame: the Smog or the Flu? (77). Paleoclimate Reconstruction: The Degree of Approximation (77). Yet Another Ancestor (78). Unique Preservation of a Hadrosaur (78). Verzhilin's Ferganosaur. **Alifanov V.R. and Averyanov A.O.** (79). An Ancient People on the Amazon River (80). How Writing Originated in America (81). The Languages of Red Indians: To Study and to Preserve (82). Killer Lakes (82). In Brief (83)

84 **THE PATRIARCH OF RUSSIAN MAMMALOGY** (On the 95th Anniversary of the Birth of N.K.Vereshchagin)

Vereshchagin N.K.
Problems of the Creation and Storage of Mammal Collections in Biological Institutions of Russia and CIS (85)

Book Reviews

Shtilmark F.R.
Informative Reminiscences (89)

New Books

92

End of Issue

93 **Ostrovsky A.N.**
The Fate of Carolus Linnaeus' Collection

Вендский организм опознается по отпечаткам

А.Ю.Иванцов

З аглянуть в прошлое Земли можно многими способами, но точно узнать, как выглядело то или иное давно умершее существо, можно лишь по вещественным его остаткам. Однако у биосферы есть одно несчастливое в этом отношении свойство — бережливость: мертвая органика быстро вновь вовлекается в биологический круговорот. Тела миллиардов каждое мгновение умирающих организмов исчезают бесследно за минуты, часы или дни. Сохранность мертвых тел в течение нескольких лет — очень редкое исключение. Когда же счет времени идет на миллионы лет, это не просто исключение, а почти чудо. Такие и подобные им чудесные исключения изучаются в лабораториях докембрийских и древнейших скелетных организмов нашего института.

В круговороте геологических событий наибольший шанс уцелеть имеют отдельные части тел, состоящие из самых стойких к разрушению (прежде всего биогенному) веществ — некоторых минералов, хитина и целлюлозы. Поэтому со времени возникновения палеонтологии основным объектом ее исследований были биоминеральные склериты животных и углефицированные фрагменты расте-



Андрей Юрьевич Иванцов, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Палеонтологического института им.Ю.А.Орлова РАН. Научные интересы связаны с изучением древнейших беспозвоночных животных.

ний. Эпоха великих открытий, которую сейчас переживает палеонтология древнейших беспозвоночных животных, стала возможной благодаря тому, что специалисты научились обнаруживать местонахождения особаго рода, в которых фиксируются не только наиболее прочные части, но даже целые наружные покровы, а иногда и внутренние органы ископаемых организмов. Едва ли не самые удивительные такие местонахождения — вендские (по вендскому периоду геологической истории). В них сохраняются тела живших еще в протерозойскую эру крупных существ, но сохраняются, к сожалению, только в виде отпечатков.

Большинство исследователей относит вендские ископаемые к доньине существующим таксонам животных: кишечнополостным, губкам, разным группам червей, моллюскам или даже членистоногим. Но общей уверенности, к какому именно таксону принадлежат древнейшие организмы, нет. Одни палеонтологи заявляют об их принадлежности к многоклеточным животным [1], другие сомневаются в этом [2], третьи обсуждают сходство с ископаемыми лишайниками [3]. Существует также гипотеза, что все вендские организмы принадлежат к особому вымершему царству Vendobionta [4]. Такой разброс мнений объясняется в основном

© А.Ю.Иванцов

отсутствием надежных реконструкций этих организмов. Методика восстановления объемного тела по его плоскому отпечатку пока еще разработана слабо. До открытия мягкотелой вендской фауны в этом не было особой нужды, ведь биоминеральные склериты (кости, зубы, раковины, панцири) и в ископаемом состоянии сохраняют свою форму, а потому интерпретация структур обычно не вызывает затруднений.

Но при восстановлении облика каждого нового вендского ископаемого возникает много вопросов, например:

– к живой или неживой природе относятся найденные отпечатки?

– благодаря чему они сформировались и сохранились?

– из какого вещества состоит захороненный объект?

– был ли он частью организма или целым телом?

Попробуем найти ответы на эти и связанные с ними вопросы на примере вендогируса

(*Ventogyrus chistyakovi*) — одного из вендских ископаемых.

Что видно на отпечатках

Местонахождение с массивными отпечатками вендогирусов расположено в верхневендских отложениях среднего течения р.Онеги в Архангельской области. Ископаемые остатки встречаются внутри веретеновидных линз песчаника, заключенных в толще тонкослоистых алевритово-глинистых пород. (Образование линз связано с потоками мелкообломочного осадочного материала, которые возникали при катастрофических штормах.) Отпечатки образуют сложные трехмерные фигуры в песчанике.

Обычно вендские ископаемые не поддаются препарированию, и взаимоотношение частей объемных отпечатков можно наблюдать только в шлифах или на случайных удачных сколах.

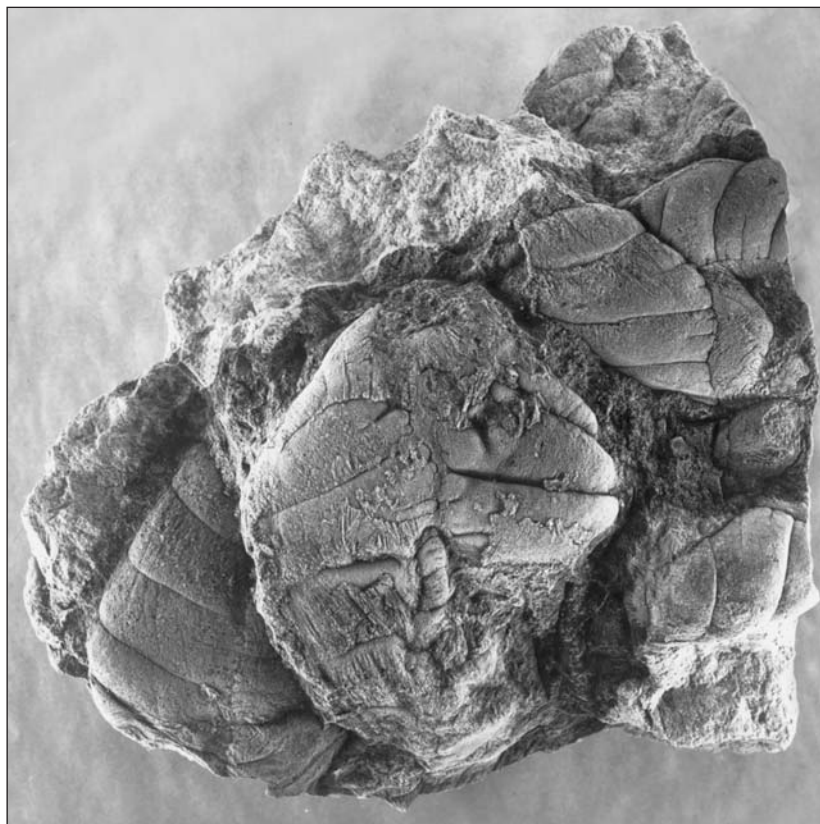
Песчаники же Онежского местонахождения во влажном состоянии мягкие и легко разламываются. Почти каждый отпечаток вендогируса распадается при этом на части, ограниченные ответвлениями формирующей его поверхности, что позволяет проследить сохранившиеся в объеме внутренние структуры. Благодаря легкости препарирования и большому числу находок вендогирус на сегодня, наверное, наиболее изученное вендское ископаемое. К объектам живой природы он может быть отнесен уже из-за сложности и упорядоченности строения. Ни минеральные, ни осадочные образования того же размерного класса столь сложных конструкций не имеют.

Способ образования любой окаменелости и причины ее длительного сохранения может прояснить ее вещественный состав. В данном случае тело неизвестного, возможно, довольно большого объема полностью разрушено. От него осталась



Фрагмент объемного отпечатка вендогируса, распавшийся на части по внутренним перегородкам (натуральная величина).

Здесь и далее фото А.В.Мазина

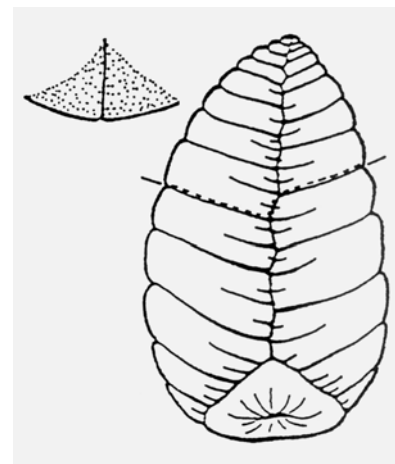
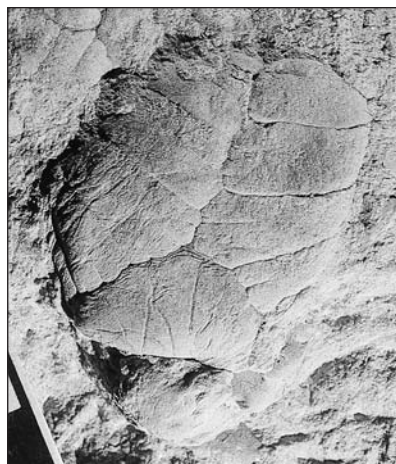


Скопление остатков вендогируса. Найти обособленно лежащее ископаемое оказалось довольно затруднительно, так как отпечатки были плотно прижаты друг к другу (натуральная величина).

только поверхность — ослабленная зона в толще породы — и существует благодаря тому, что укреплена тонким слоем гидроокислов железа и глинистого вещества, который не позволяет зернам песчаника сцепиться друг с другом. Гидроокислы железа, по-видимому, образовались в результате окисления сульфидов, а те — при бактериальном разложении органического вещества захороненного тела. Глинистая пленка, вероятно, налипла при переносе тела внутри потока песчано-илистого осадка перед захоронением. И песчаник, почти полностью кварцевый по составу, и упомянутые минералы весьма стойки в стабильных условиях платформенной формы, а потому отпечатки могут сохраняться неопределенно долгое время.

Первый экземпляр вентогируса, найденный лет 20 назад ленинградским геологом В.Г.Чистяковым (по его имени и назван вид), представлял собой фрагмент отпечатка и не был точно идентифицирован [5]. Расположение его в разрезе не зафиксировано. Последующие экземпляры, числом более сотни, собраны мной вместе с Д.В.Гражданкиным в одной крупной линзе. Остатки залегали в ней несколькими слоями, касаясь, перекрывающая и взаимно деформируя друг друга. Из-за этого было очень сложно определить границы индивидуумов и изучить их строение. Но поскольку деформации затрагивали разные участки экземпляров, казалось, что воссоздать общую конструкцию ископаемого все же удастся.

На основании наиболее часто повторяющегося типа отпечатка мы предположили, что вентогирус имел вид широкой лодки с заостренным носом и тупой кормой. Внутри «лодки» проходили одна продольная перегородка, расщепленная вблизи тупого конца надвое, и два ряда поперечных, деливших на отсеки весь объем конструкции [6]. В расположении отсеков была заметна симметрия скользя-



Идеализированный рисунок вентогируса по первому описанию: вид снизу (справа) и в поперечном сечении (вверху) по ломаной линии, отмеченной пунктиром на предыдущем рисунке и идущей вдоль поперечных перегородок первого порядка. Слева приведен отпечаток вентогируса в породе.

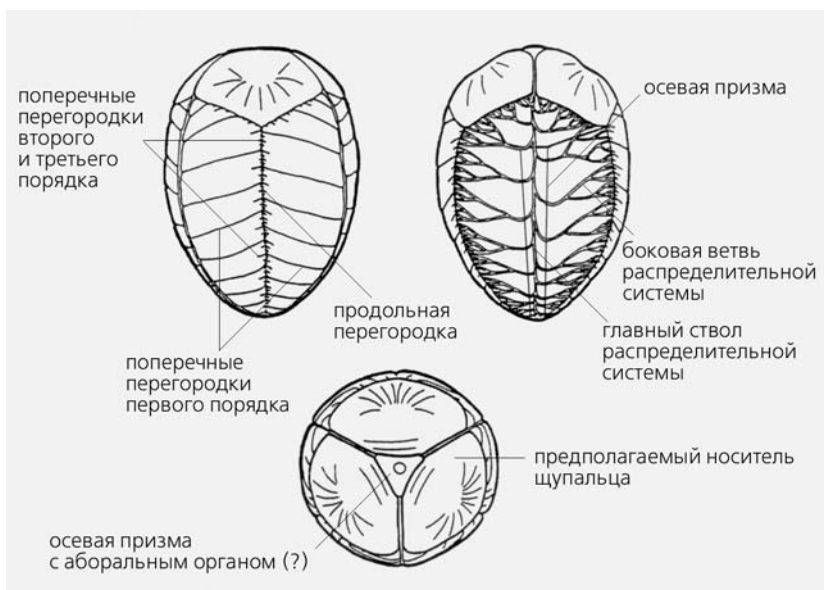
щего отражения*, характерная для многих групп вендских мягкотелых животных.

Через несколько лет после обнаружения массового захоронения вентогируса М.А.Федонкин нашел там же, в небольшой по размерам линзе, еще несколько экземпляров этого ископаемого. Сохранность материала здесь оказалась иной. Отпечатки лежали вперемешку с плоскими глинистыми гальками, но на некотором расстоянии один от другого, и это дало возможность четко определить границы тел. Поперечные перегородки у них были оторваны, причем у одних экземпляров — от осевой перегородки, у других — от днища «лодки». Освобожденные от взаимного сцепления, элементы конструкции зафиксировались в расправленном состоянии.

Изучение этого нового материала заставило меня изменить свой взгляд на морфологию вентогируса. Его тело представляло собой не единственную «лодку», как мы сочли раньше, а состояло из трех одинаковых долей («ло-

док»), которые соединялись между собой продольными перегородками. В месте их сочленения находилась удлинённая полость, занимавшая всю осевую часть ископаемого. (В заполненном песком состоянии она имеет вид трехгранной призмы.) Один конец полости заканчивался слепо, а другой, возможно, был открыт (иначе трудно объяснить, как осадок проник внутрь). Общая форма вентогируса до захоронения была яйцевидной с продольной осью симметрии третьего порядка [7]. На поверхностях продольных перегородок и осевой полости сохранились отпечатки дендровидных линейных образований, напоминавшие остатки системы проводящих сосудов. В каждой доле по середине грани осевой призмы проходил главный ствол. В стороны от него в чередующемся порядке (вновь скользящее отражение!) шли боковые ветви, несколько раз дихотомически ветвившиеся. По числу граней осевой призмы имелось три главных ствола и, соответственно, шесть наборов боковых ветвей. Ширина их на отпечатке ступенчато уменьшалась с каждым ветвле-

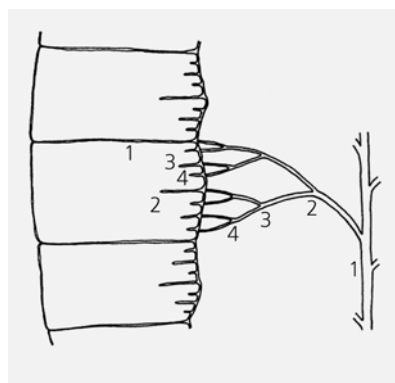
* Так называют вид двусторонней симметрии, при которой элементы одной стороны смещены относительно элементов другой.



Реконструкция вентогируса, состоящего из трех одинаковых долей. Верхний ряд — вид сбоку: со стороны одной из долей (слева) и со стороны шва между долями (половинки двух смежных долей удалены вместе с прилегающими к ним поперечными перегородками так, чтобы был виден один из стволов распределительной системы). Внизу показан вентогирус со стороны аборального конца.



Отпечаток одного из стволов распределительной системы на продольных перегородках, развернутых в плоскости фотографии. Светлая вертикальная полоса в центре — след осевой призмы (натуральная величина).



Поперечные перегородки одного отсека вентогируса и ветви подходящей к нему распределительной системы. В отсеке цифрами обозначен размерный порядок перегородок, а на фрагменте распределительной системы — последовательные стадии ветвления каналов.

нием и только самые тонкие дошли до «днища лодки» (т.е. до внешней стороны ископаемого), где пересекались продольная и осевые перегородки. К любому большому отсеку, ограниченному поперечными перегородками первого размерного порядка, вела боковая ветвь главного ствола со всеми ее ответвлениями. Количество конечных ответвлений и перегородок внутри такого отсека строго соответствовали друг другу, такое же соответствие соблюдалось между числом размерных классов перегородок и ветвлений.

Каким же образом происходило захоронение и как песок мог попасть внутрь мягкого тела? Видимо, так же, как сам собой заполняется пластиковый пакет. В большом городе теперь часто можно видеть, как ветер переносит их, причем те, что поворачиваются к нему устьем, раздуваются, словно воздушный шарик. В грязевых потоках пакеты бывают заполнены несущей их грязью. Можно предположить, что линзы, в которых сохранились вентогирусы, сформированы похожими (но подводными) потоками песчано-глинистого осадка. В них под воздействием струй разной плотности и энергии создавались условия для переворачивания, вращения, разрыва переносимых потоками тел вентогирусов, периодического раскрытия отдельных полостей и их заполнения песчаными и глинистыми частицами.

В других линзах, в количестве сопоставимом с числом вентогирусов, найдены овальной формы мешковидные отпечатки и обрывки морщинистых трубок. Сходные размеры, способ захоронения и массовость позволяют предположить, что эти ископаемые как-то связаны друг с другом. Возможно, «мешки» — это те же вентогирусы, но только с цельными, не разорванными телами. Потому осадок не попал во внутренние полости и характерные перегородки не сохранились. При переносе

в потоках песчано-глинистого с примесью гальки осадка тела вентогирусов, исходно почти полностью замкнутые (имевшие, вероятно, только одно небольшое отверстие, в которое осадок на первых порах не затекал), вначале разрывались по линиям, ограничивающим доли, а потом и распадались. Полости заполнялись осадком. В таком виде тела этих вендских ископаемых и их фрагменты были захоронены.

Итак, восстановлен «скелет» вентогируса и отдельные детали его строения. Этим прямые палеонтологические данные исследуются, дальше начинается область предположений.

Кто или что?

Характер расположения вещественных остатков в породе обычно дает возможность понять, в каких условиях они захоронены. Например, если остатки рассортированы по размерам и форме, значит, скорее всего это сделано водным потоком. Мы с Гражданкиным попытались восстановить образ жизни вентогируса по особенностям расположения его отпечатков.

При первом описании вентогируса мы считали, что образование промоин и заполнение их песком, происходило не одновременно. Все тела были захоронены выпуклой стороной вниз; мягкие стенки и перегородки во многих случаях остались расправленными и часто поднятыми вертикально вверх; отсутствовали сортировка по размерам и преобладающая ориентация по сторонам света. Все свидетельствовало в пользу того, что эти сложно устроенные ископаемые сохранились в прижизненном положении. Потому мы предположили, что вентогирусы были бентосными, неподвижными организмами, образующими плотные скопления. По первоначальной реконструкции, каждое ископаемое представляло собой нечто

вроде теки (чашечки) организма, подобного кишечнорастворимому животному, сидевшего на грунте в полупогруженном состоянии.

В ответ на публикацию первых результатов изучения вентогируса вместе с этими предположениями появились статьи, в которых авторы рассматривали разные гипотезы по поводу вендского ископаемого. В одной из них высказывалась мысль о питании этого организма растворенными веществами через стенку тела [8]. Обилие остатков только в промоинах принуждало заключить, что вентогирусы жили в них и других понижениях дна. Весьма странное предпочтение для обитателей глинистого (может быть, несколько уплотненного) грунта!

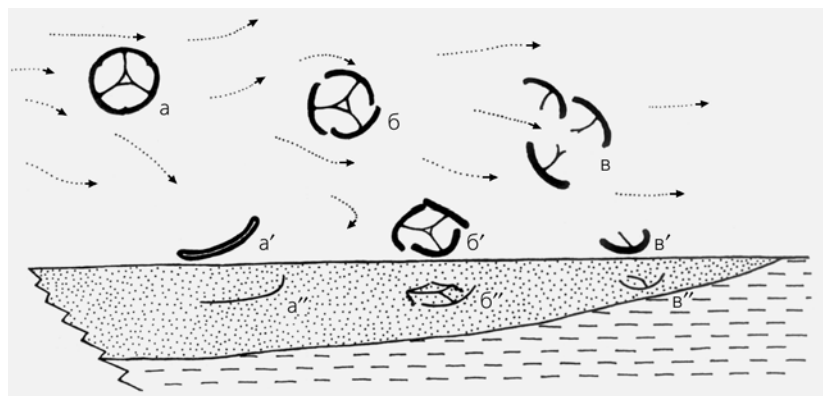
Вероятнее другое: промоина возникала и заполнялась под действием одного и того же потока песчано-глинистого осадка. Тела попавшихся на пути организмов захватывались, переносились и разрывались потоком. По мере заполнения осадком открывшихся полостей фрагменты тел перемещались в нижние слои потока и осаждались. (Так, по мнению польского



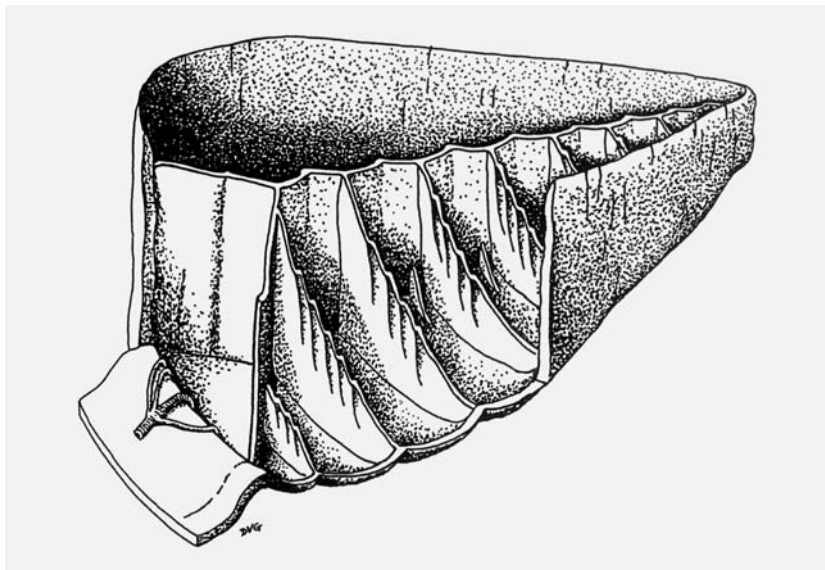
Мешковидный отпечаток, видимо, также принадлежащий вентогирусу (уменьшено в три раза).

палеонтолога Е.Дзика, образовывались окаменелости рода *Ernietta* из венда Намибии [9].) Допустив, что захоронения вентогируса возникали подобным образом, можно объяснить и выпуклость нижней стороны его ископаемых остатков, и направленность стенок полости, и отсутствие сортировки по размерам.

На основе отпечатков вентогируса можно сделать предположение о его мягкотелости. Это донное животное не имело



Перенос и захоронение остатков вентогирусов гипотетическим потоком. Если тело оставалось неповрежденным, образовавшийся после его захоронения мешковидный отпечаток не имел характерных для вентогируса признаков (а—а"). В том случае, когда в процессе переноса лопались швы между долями, осадок мог проникнуть в часть открывшихся полостей и в результате возникал наиболее сложный многоярусный отпечаток (б—б"). Более длительный перенос приводил к разрыву тела на части и образованию фрагментарных отпечатков, похожих на лодки (в—в").



Первоначальная реконструкция вентогируса в виде лодки. Ветвящаяся трубочка внизу — распределительная система. В дальнейшем оказалось, что она проходит по продольной перегородке организма, подобного гребневнику.

Рисунок Д.В.Гражданкина

склеритизированных частей — ни органических, ни тем более минеральных. В противном случае их следы сохранились бы на отпечатке. Склериты, более стойкие к различным физическим воздействиям, чем мягкие ткани, проявились бы в виде участков, мало подверженных смятию, резко выделяющихся четкостью рельефа и более или менее постоянной формой. Так как ничего этого на отпечатках нет, остается заключить, что слагавшее тела вентогирусов вещество было гибким и высоко эластичным. Поэтому одни участки тел посмертно могли быть сжаты в комок или скручены веревочкой, другие — широко растянуты. Единственное вещество с подобными свойствами, по мнению Дзика, — коллаген, широко распространенный только в животном мире.

Если считать, что благодаря коллагеновому веществу сохранились в ископаемом состоянии части тела вентогируса, он действительно должен принадлежать к царству животных, причем многоклеточных. Однокле-

точность исключена, так как на отпечатках видны элементы проводящей системы, да и размеры тела (до 15 см в длину) слишком велики.

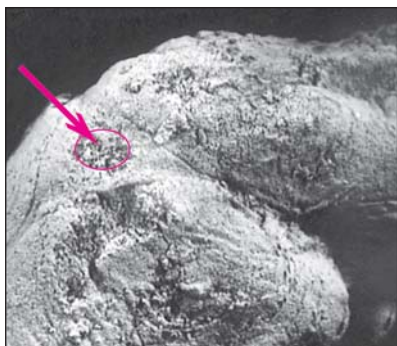
Каких же беспозвоночных напоминает вентогирус, исходя из особенностей его отпечатков? Наличием одинаковых радиально расположенных секторов сходен с книдариями, а строгой симметричностью всех своих частей — с гребневиками. Радиальная симметрия предполагает сидячий образ жизни или медленное плавание в толще воды. Каких-либо образований для прикрепления вентогируса не обнаружено, но нельзя исключить, что ему принадлежат найденные рядом фрагменты трубок, которые могли бы составлять стебелек, служивший для укрепления в грунте или соединения с другими, не найденными пока частями. В последнем случае вентогирус с его многочисленными, вероятно, полыми камерами мог быть поплачком-пневматофором, способным поддерживать большого размера организм

или целую колонию неизвестных пока организмов (гипотеза М.А.Федонкина). Но, повторяю, никаких структур, выходящих за пределы яйцевидного тела, не обнаружено.

Вентогирус — гребневик?

Так что же это было за животное? Я представляю себе его в виде гребневика (*Stenophora*). Осевая призма — это пищеварительная полость, на заостренном конце которой располагалось ротовое отверстие. Из области, близкой к слепому концу пищеварительной полости, отходили дихотомически ветвящиеся сосуды распределительной системы, по которым питательные вещества продвигались к наружной поверхности тела. Здесь, вероятно, располагались полоски мерцательного эпителия. Большая часть их была вытянута по горизонтали, а меньшая — по вертикали. Эти гипотетические полоски мерцательных клеток составляли двигательный аппарат животного и крепились на подходящих снизу перегородках. Три больших поля вблизи аборального конца, не рассеченных перегородками, могли нести щупальца. Во впадине, в центре поля, должно было располагаться одиночное щупальце, которое, видимо, приводилось в движение мускулатурой. На ее наличие указывают складки, радиально расходящиеся от впадины.

Таким образом, то, что можно восстановить в организации вентогируса, есть и у гребневиков. И наоборот, основные элементы их строения присутствуют у вентогируса. Даже аборальный орган, сохранившийся, возможно, в виде темного круглого пятна в центре слепого конца осевой призмы. К слову, именно таким замечен этот орган на отпечатках кембрийских гребневиков [10]. (С ними иногда сопоставляют некоторых других вендских ископаемых, близких



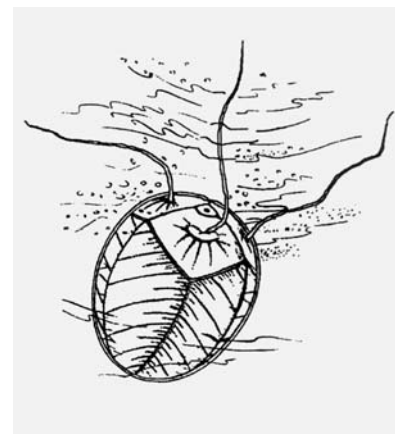
Предполагаемый след аборального органа в виде темного пятна внутри треугольника (показано стрелкой; увеличено в два раза).

по строению к вентогирусу, но четырехлучевых [11].) Как видно, с ними у ископаемого вендского вентогируса много общего. Но есть и резкое отличие — в порядке радиальной симметрии. Все современные и ископаемые гребневики — животные с неполной четырех- или нормальной двухлучевой симметрией [12], а вентогирус — с трехлучевой. Такая симметрия вообще не свойственна фанерозойским неколонияль-

ным организмам. Но в венде она была широко распространена среди дисковидных ископаемых и известна также у целого ряда трубчатых из раннего кембрия. А недавно мы с Федонкиным описали вендское трехлучевое животное с мешковидным удлиненным телом [13]. Все они сопоставляются с кишечнополостными. Дисковидные с самого начала сравнивались с медузами, трубчатые были введены А.К.Вальковым в состав сцифомедуз (Scyphozoa) [14]. Федонкин всех трехлучевых объединяет в новый класс кишечнополостных Trilobozoa [1].

Видимо, в венде и раннем кембрии существовала особая группа трехлучевых животных, имевшая сидячие и плавающие жизненные формы. Были ли они в действительности родственны кишечнополостным и гребневикам, установить невозможно, но уровень организации у них был такой же.

Хотя вендский вентогирус дошел до нашего времени только в виде отпечатков, облик и строение этого мягкотелого животного удалось, как представляется, восстановить. Сохранилось и количество таксо-



Реконструкция вентогируса в виде подобного гребневику организма.

нов, к которым он мог быть причислен. Оказывается, и столь своеобразные вещественные остатки, как отпечатки бесскелетного организма, могут содержать очень много информации о древнейших существах. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 02-05-64658) и фонда «Научные школы» (проект 1790-2003-5).

Литература

1. Федонкин М.А. Бесскелетная фауна венда и ее место в эволюции Метазоа. М., 1987.
2. Zburavlev A. Yu. // N. Jb. Geol. Pal ont. Abh. 1993. V.190(2/3). P.299—314.
3. Retalack G. J. // Paleobiology. 1994. V.20. P.523—544.
4. Seilacher A. // Journal of the Geol. Soc. 1992. V.149. P.607—613.
5. Чистяков В.Г., Калмыкова Н.А., Несов Л.А., Суслов Г.А. // Вестн. ЛГУ. 1984. №6. С.11—19.
6. Иванцов А.Ю., Гражданкин Д.В. // Палеонтол. журн. 1997. №1. С.3—18.
7. Иванцов А.Ю. Зависимость реконструкций от характера сохранности эдиакарских организмов // Экосистемные перестройки и эволюция биосферы. Вып.4 / Ред. А.Г.Пономаренко., А.Ю.Розанов, М.А.Федонкин. М., 2001. С.64—67.
8. Burzin M.B., Grazhdankin D.V., Bronnikov A.A. // Journal of Journals. 1998. V.2. №1. P.47—53.
9. Dzik J. // Geology. 1999. V.27. P.519—522.
10. Conway-Morris S., Collins D. Philos. // Trans. R. Soc. Lond. 1996. V.351. P.279—308.
11. Dzik J. // Journ. Morphol. 2002. V.252. P.315—344.
12. Беклемишев В.Н. Основы сравнительной анатомии беспозвоночных. Т.1. Проморфология. М., 1964.
13. Ivantsov A.Yu., Fedonkin M.A. // Palaeontology. 2002. V.45. №6. P.1219—1229.
14. Вальков А.К. Биостратиграфия нижнего кембрия востока Сибирской платформы (Учуро-Майский район). М., 1982.

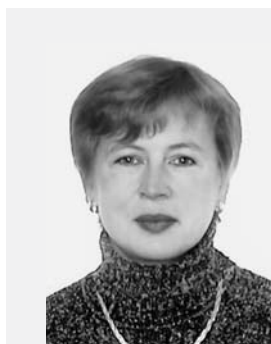
Регуляторные пептиды

Н.Г.Левицкая, А.А.Каменский

Ровно 20 лет назад, в 1983 г., в «Природе» появилась статья, посвященная нейропептидам. Тогда об удивительных свойствах этих веществ знали еще немного, а об их фармакологическом применении можно было только мечтать. Сегодня мы расскажем о новом нейротропном лекарстве, созданном отечественными специалистами на основе регуляторного пептида.

Любому многоклеточному организму необходимы системы, превращающие миллиарды самых разнообразных по строению и функции клеток в единое гармоничное целое. Всегда считалось, что таких регуляторных систем три: *иммунная*, которая оберегает организм от чужеродных агентов, в частности болезнетворных; *нервная*, реагирующая на изменения окружающей среды и обеспечивающая быстрые ответные реакции (благодаря чему мы и выживаем в постоянно меняющемся мире); *эндокринная*, которая работает медленнее нервной, зато ее эффективность сохраняется достаточно долго.

В последние годы становится все более очевидным, что эти системы в сущности представляют собой единое целое, и доказательств тому множество.



Наталья Григорьевна Левицкая, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории молекулярных основ регуляции поведения Института молекулярной генетики РАН. Область научных интересов — исследование физиологических эффектов регуляторных пептидов.



Андрей Александрович Каменский, доктор биологических наук, заместитель заведующего кафедрой физиологии человека и животных биологического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова, заведующий лабораторией молекулярных основ регуляции поведения того же института. Занимается изучением нейротропных эффектов регуляторных пептидов различных классов.

Например, показано, что отрицательные эмоции, приводящие к депрессии, значительно снижают иммунитет, а положительные, напротив, служат его стимулятором. Описаны и документально подтверждены случаи, когда неожиданное радостное

известие (например, нашелся ребенок, пропавший во время войны) помогало больным излечиться от онкологических заболеваний. Еще теснее связаны нервная и эндокринная системы. Сегодня известно, что весь мозг (и особенно гипотала-

мус) — это эндокринный орган. В нейронах ядер гипоталамуса синтезируются гормоны — вазопрессин и окситоцин, там же образуется целый набор коротких пептидов — либеринов и статинов, управляющих работой всей эндокринной системы.

Одним из главных звеньев, объединяющих все три системы в единую, служат регуляторные пептиды. Открыли их относительно недавно, около 50 лет назад, и до настоящего времени активно исследуют. Эти небольшие белковые молекулы, состоящие из аминокислотных остатков (обычно от двух до 50), вырабатываются практически во

всех органах. В одних случаях они выделяются из синаптического окончания и действуют на одну постсинаптическую клетку, выполняя функцию медиатора; в других — оказывают влияние на небольшое число клеток, окружающих родительскую молекулу, т.е. служат модуляторами, в третьих — с током крови достигают отдаленных участков организма и работают как гормоны. Интересно, что один и тот же пептид может выступать во всех трех ролях.

Область биологической активности пептидов чрезвычайно широка (табл.). Они влияют на состояние сердечно-сосудис-

той, иммунной, половой, эндокринной, пищеварительной и других систем, изменяют энергетический обмен в организме, но особенно эффективны в регуляции работы центральной нервной системы. Одна из наиболее характерных черт — их полифункциональность (один и тот же пептид может модулировать работу многих систем организма). Более того, их фрагменты, возникающие при распаде в организме, могут обладать собственной физиологической активностью.

Большинство регуляторных пептидов образуется из физиологически неактивных белков-

Таблица

Важнейшие семейства регуляторных пептидов и их биологические свойства

Семейства	Представители	Биологические свойства
Либерины и статины гипоталамуса	тиролиберин	поддерживает бодрствование, активирует эмоции, возбуждает дыхательный центр, подавляет аппетит, антиопиоид, антидепрессант
	соматостатин	тормозит функции желудочно-кишечного тракта, подавляет эмоции, цитостатик
	люлиберин	активирует половое поведение и эмоции
	соматолиберин	вызывает выброс соматотропина
	меланостатин	активатор эмоций, антидепрессант
	кортиколиберин	активатор эмоций, подавляет половое поведение, усиливает тревожность, стимулирует внимание и память
Опиоидные пептиды	мет-энкефалин	анальгетик, влияет на ряд вегетативных функций
	лей-энкефалин	анальгетик, усиливает положительные эмоции, влияет на ряд вегетативных функций
	β-эндорфин	сильный анальгетик, усиливает положительные эмоции, продлевает ретроградную амнезию, стимулирует иммунитет
	γ-эндорфин и дезтирозил-γ-эндорфин	нейролептики
	α-эндорфин	активатор эмоций и двигательной активности
	α-неоэндорфин	сильный анальгетик, подавляет исследовательское поведение
	динорфин	обладает успокоительным действием
Тахикинины	субстанция Р	один из медиаторов в ЦНС, противострессорный фактор, снижает давление
Нейротензины	нейротензин	снижает давление крови и температуру тела, анальгетик
Кинины	брадикинин	расширяет мелкие сосуды, усиливает боль
Бомбезины	бомбезин	снижает температуру тела и давление крови
Ангиотензины	ангиотензин II	сужает сосуды, вызывает жажду
Эндозепины	эндозепин-6	вызывает агрессивное поведение, беспокойство
Меланокортины	АКТГ	стимулятор внимания и обучения, влияет на давление крови и др.
	МСГ	стимулятор внимания и обучения, активатор положительных эмоций, стимулятор иммунитета
Пептиды нейрогипофиза	вазопрессин	подавляет мочеобразование, повышает давление крови, улучшает обучение
	окситоцин	активатор тонуса матки, стимулятор лактации, ухудшает обучение
Панкреатические пептиды	нейропептид Y	усиливает пищедобывательное поведение, сужает сосуды мозга, снижает тревожность
Глюкагонсекретины	вазоактивный интестинальный пептид	снижает давление, расширяет бронхи, стимулирует функции половой системы, стимулирует работу желудочно-кишечного тракта
	холицистокинин-8	ингибирует пищедобывательное поведение, стимулирует моторику желудочно-кишечного тракта, нейролептик
Гастроноподобные пептиды	холицистокинин-4	вызывает тревогу и страх

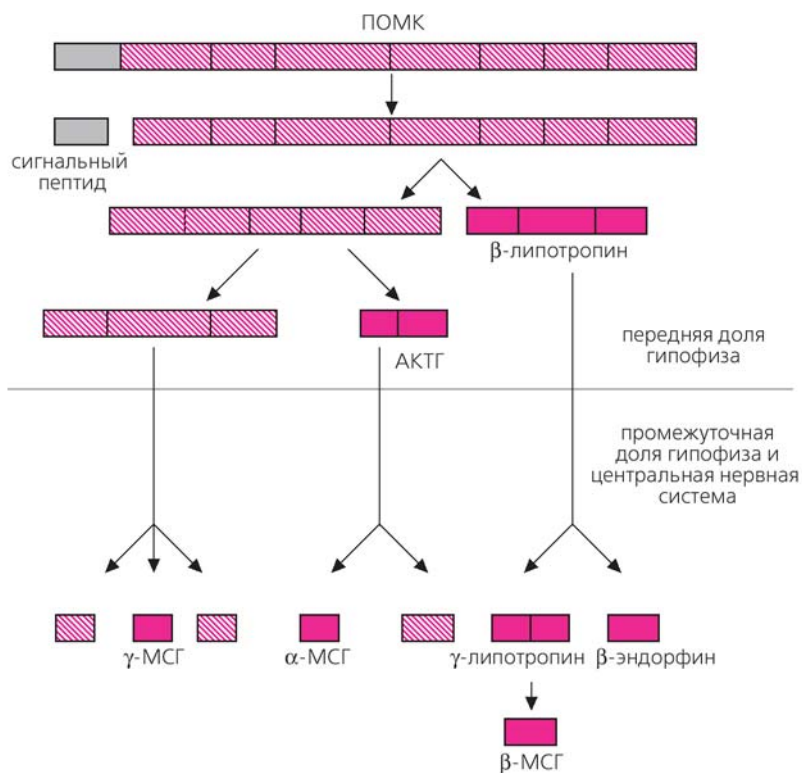


Схема образования регуляторных пептидов из неактивного белка-предшественника проопиомеланокортина (ПОМК).

предшественников с помощью специальных ферментов, протеаз, которые в нужный момент «вырезают» необходимую аминокислотную последовательность. Иногда из одного предшественника появляется целая группа пептидов, необходимая для успешного приспособления различных систем организма к определенным изменениям окружающей среды. Так, из белка проопиомеланокортина (265 аминокислотных остатков), который синтезируется в клетках гипоталамуса и в других участках мозга, возникает семейство коротких пептидов: *адренокортикотропный гормон* (АКТГ), способствующий выбросу гормонов из надпочечников; *меланоцитстимулирующие гормоны* (α -, β - и γ -МСГ), регулирующие окраску кожи и волосяного покрова; *β -эндорфин* — пептид морфиноподобного действия; *β -липопептин* — регулятор жирового обмена и др. Сам белок-

предшественник не обладает активностью входящих в его структуру пептидов, но при необходимости из него можно быстро (значительно быстрее, чем путем рибосомального синтеза) получить необходимые организму продукты. Например, в случае опасной ситуации система анализаторов (зрительного, слухового, обонятельного и т.п.) сообщает в мозг о происходящем, и в нейронах гипоталамуса из белка «вырезаются» АКТГ и β -эндорфин. Так организм получает стимулятор обмена и обезболивающее средство, что помогает ему в борьбе с вероятным врагом.

В настоящее время АКТГ, МСГ, их фрагменты и синтетические аналоги объединяют термином «меланокортины». Еще в 70-е годы прошлого столетия голландский исследователь Дэвид де Вид установил, что АКТГ не только усиливает синтез гормонов в клетках коры

надпочечников, но и непосредственно влияет на мозг экспериментальных животных, стимулируя внимание и память. Дальнейшие исследования показали, что таким ноотропным действием обладает не только целая молекула гормона, но и его фрагменты. Наиболее эффективным из них оказался пептид из семи аминокислот, АКТГ₄₋₁₀, занимающий в молекуле положение с 4-го по 10-е, а самый короткий фрагмент, сохраняющий активность целой молекулы гормона, — пептид АКТГ₄₋₇. Выяснилось, что меланокортины ускоряют восстановление поврежденных нервов и созревание нервно-мышечной системы, а также оказывают противовоспалительное и жаропонижающее действие; влияют на болевую чувствительность; регулируют работу сердечно-сосудистой системы; моделируют половое поведение; обладают антиопиоидной активностью; снижают потребление пищи и массу тела.

Такой широкий спектр свойств меланокортинов предполагал использовать их в качестве лекарственных препаратов при самых различных заболеваниях. Однако здесь серьезным препятствием оставалась малая продолжительность эффектов природных соединений, не обладающих эндокринной активностью. Это связано с быстрым распадом пептидов в организме под действием ферментов. Для создания лекарств на основе меланокортинов необходимо было разработать их синтетические аналоги с природной активностью пептидов, но с высокой устойчивостью к действию протеаз. Зарубежные фармакологи попытались защитить регуляторный пептид, включая в его состав неприродные D-изомеры или другие вставки, не встречающиеся в белках живых организмов. Однако такой путь пролонгации эффектов нельзя признать удачным. Ведь, по некоторым сведениям, именно D-изомеры аминокислот, на-

капливающиеся в стареющем организме, могут привести к развитию онкологических заболеваний. Так или иначе, но ни один из синтетических фрагментов АКТГ, созданных за рубежом, не прошел фармакологические испытания. Единственный синтетический пептид этого класса, широко применяемый в медицине, разработан химиками из Института молекулярной генетики РАН под руководством М.Ф.Мясоедова и биологами кафедры физиологии человека и животных биологического факультета МГУ под руководством И.П.Ашмарина.

Основой для создания нового лекарства стал фрагмент АКТГ₄₋₁₀, сохраняющий ноотропную активность целой молекулы гормона. Как показали исследования, этот фрагмент не действует на кору надпочечников, поскольку он не связывается с гормональным рецептором на клетках надпочечников. Это давало принципиальную возможность использовать АКТГ₄₋₁₀, лишенный гормональных (в данном случае побочных) эффектов, как стимулятор внимания и памяти. Однако длительность эффектов природного пептида очень мала (в наших экспериментах на крысах она составляет 30 мин). Кроме того, его необходимо вводить в кровь, так как в желудке он очень быстро разрушается пепсином и соляной кислотой. Вот тогда-то исследователи из Института молекулярной генетики РАН поставили перед собой цель разработать такой искусственный аналог, который был бы эффективным и длительным стимулятором функций мозга. Было замечено, что к действию протеолитических ферментов устойчивы пептиды, обогащенные аминокислотными остатками пролина. Возникла идея защитить фрагмент АКТГ путем ввода в структуру его аналога остатков пролина. После испытания нескольких десятков синтетических аналогов отобрали пептид, в котором к природно-

АКТГ	Ser-Tyr-Ser-	Met-Glu-His-Phe-Arg-Trp-Gly	Lys-Pro-Val-... + 26 а.к.
α-МСГ	Ac-Ser-Tyr-Ser-	Met-Glu-His-Phe-Arg-Trp-Gly	Lys-Pro-Val-NH ₂
β-МСГ	Asp-Ser-Gly-Pro-Tyr-Lys-	Met-Glu-His-Phe-Arg-Trp-Gly	Ser-Pro-Pro-Lys-Asp-OH
АКТГ(4-10)		Met-Glu-His-Phe-Arg-Trp-Gly	
СЕМАКС		Met-Glu-His-Phe-Pro-Gly-Pro	

Аминокислотные последовательности природных и синтетических меланокортинов.

му фрагменту АКТГ₄₋₇, присоединили три аминокислотных остатка (пролил-глицил-пролин), увеличивающие его протеолитическую устойчивость. На основе этого пептида и было разработано лекарство, названное семаксом. Продолжительность его действия превышает 20 ч (т.е. около суток), а эффективность столь же высока, как и у природных фрагментов АКТГ. Достаточно ввести крысам по пять миллионных долей грамма препарата, и у них на сутки возрастает способность к обучению.

Однако тут же возникла следующая проблема: как вводить семакс в организм человека? Таблетки не годятся, поскольку в желудке большую часть даже защищенного пептида разрушат ферменты, которые продолжают свою работу и в крови, а до мозга дойдет слишком мало препарата. Конечно, проще всего вводить лекарство внутримышечно или внутривенно, что практически весьма неудобно. Кроме того, вспомним, что изначально семакс создавался для людей определенных профессий (авиадиспетчеров и операторов АЭС, бойцов горноспасательных служб, спасателей МЧС, летчиков). Большинство из них работают в условиях, не пригодных для стерильных инъекций. Тогда в литературе появились публикации о способности некоторых пептидов хорошо проникать в кровь из полости носа. Причем молекулы веществ могли быть гораздо больше семак-

са. Многие сотни экспериментов на крысах показали, что и семакс весьма эффективно можно вводить человеку таким не вызывающим неприятных ощущений способом, просто закапывая в нос. Кстати сказать, механизмы интраназального проникновения веществ в мозг — предмет для отдельного разговора. Это очень интересная физиологическая проблема, имеющая большое прикладное значение.

После того как создали семакса разобрались со способом его введения в организм, приступили к рутинным, но абсолютно необходимым фармакологическим экспериментам на предмет возможных побочных эффектов (мутагенных, тератогенных, канцерогенных и т.д.). Исследования продолжались несколько лет, а затем начались первые клинические испытания (надо сказать, что мы задолго до этого проверяли семакс на себе, регистрируя при этом параметры умственной работоспособности и вегетативные показатели: частоту сердечных сокращений, артериальное давление, температуру тела). Уже после первой стадии клинических испытаний семакс стали широко применять. В 2002 г. через аптечную сеть продали около 200 тыс. флаконов препарата.

Для чего же сегодня используют семакс? Сразу же хочется ответить на самый распространенный вопрос: делает ли семакс человека умнее? Нет. Не делает. Безграмотный чело-

век, не читавший Н.В.Гоголя, не сможет вспомнить что-либо ни про Хлестакова, ни про Вакулу. Семакс помогает клеткам мозга выживать при гипоксии, т.е. улучшает работоспособность клеток при недостатке кислорода или глюкозы. Он усиливает селективное внимание и консолидацию памятного следа, т.е. человек более четко выделяет наиболее важные из действующих на него в данный момент стимулов, лучше их воспринимает, а затем эта информация надежнее фиксируется и хранится до тех пор, пока она не потребуется. Но семакс не только стимулятор обучения. Его можно и нужно применять и для коррекции ряда патологических состояний человека, например для улучшения работы мозга после глубокого наркоза, черепно-мозговых травм, в пост-реанимационном периоде. Высокоэффективен он и для людей, перенесших инсульт. Так, лечение семаксом в течение пяти дней позволяет значительно снизить число смертных случаев и ускорить восстановление нарушенных неврологических функций у больных с инсультами различной степени тяжести. Правда, в этом случае необходимы повышенные дозы препарата. Кроме того, важно не упустить время и начать лечение в пределах шестичасового интервала после нарушения мозгового кровообращения.

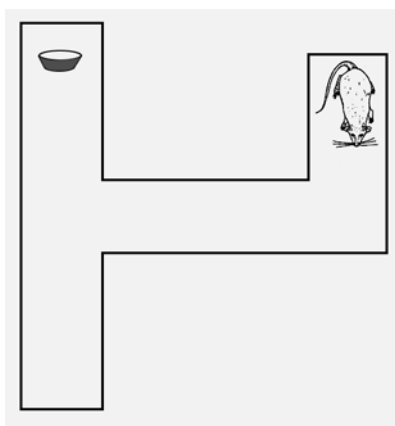
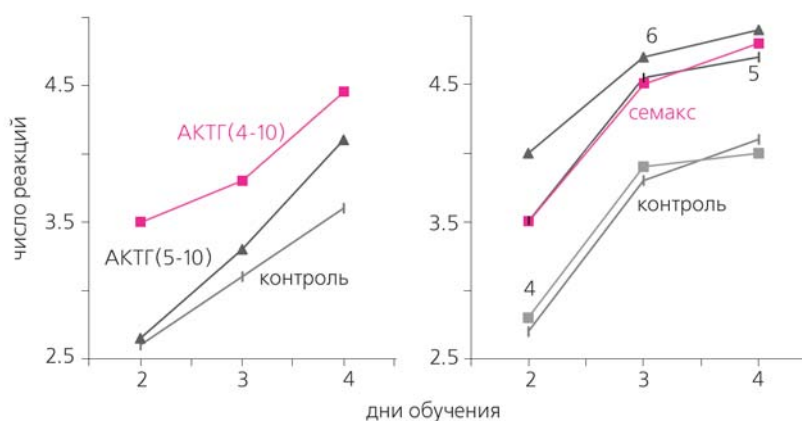


Схема Т-образного лабиринта.



Влияние АКТГ₄₋₁₀, семакса и их фрагментов на обучение белых крыс в лабиринте. Фрагменты семакса: 6 — гексапептид, 5 — пентапептид и 4 — тетрапептид.

В последнее время показана также высокая активность семакса при заболеваниях зрительного нерва.

И хотя сегодня семакс можно купить в аптеке, исследования физиологических эффектов и механизмов его действия продолжают. На кафедре физиологии человека и животных биологического факультета МГУ работа идет в нескольких направлениях. Прежде всего необходимо было понять, что определяет длительность эффектов препарата. Протеолитический распад семакса (как и природного фрагмента АКТГ₄₋₁₀) начинается с отщепления N-концевой аминокислоты и приводит к образованию гексапептида. Если же гексапептид из АКТГ₄₋₁₀ очень быстро разрушается дальше, то синтетический аналог существует значительно дольше. Точно так же ведут себя пентапептиды.

Однако доказательства долгой жизни фрагментов семакса еще не объясняли большую продолжительность их эффектов. Мы проверяли биологическую активность всех пептидов, как природных, так и синтетических (от полного фрагмента до тетрапептида), изучая их влияние на скорость обучения белых крыс. В течение четырех дней животных учили находить

корм в лабиринте. Ежедневно каждую крысу помещали в лабиринт пять раз. За 15 мин до сеанса вводили исследуемый пептид, а контрольным животным — дистиллированную воду. Критерием обученности служило число выполненных реакций в день, т.е. сколько раз крыса находила корм в лабиринте. Как показали результаты экспериментов, если активности АКТГ₄₋₁₀ и семакса не отличались, то действие продуктов их распада было диаметрально противоположным. Так, отщепление одной аминокислоты от природного пептида резко снижало активность (число выполненных реакций превышало контрольные значения только на четвертый день обучения), а в случае семакса, напротив, она увеличивалась (т.е. опытные крысы обучались лучше контрольных). Лишь удаление трех аминокислотных остатков приводило к полной потере активности — скорость обучения в группе крыс, получавших тетрапептид, не отличается от контроля. Значит, большую продолжительность действия семакса определяют большая устойчивость и активность в организме их фрагментов.

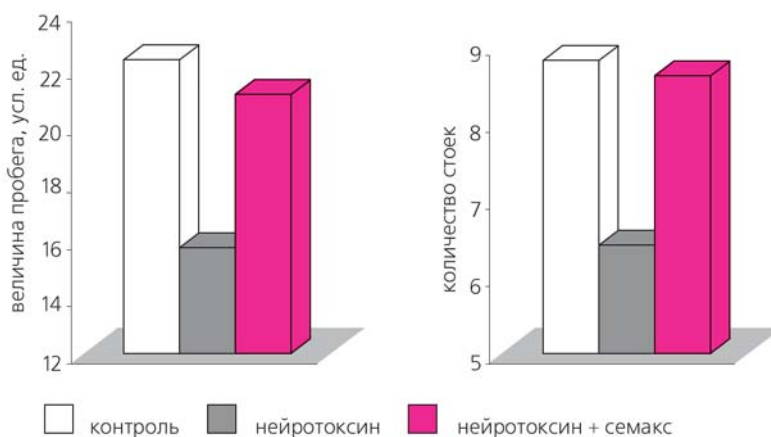
На следующем этапе проверялись нейропротекторные эф-

фекты семакса, т.е. его защитное действие при повреждениях нервной системы. В качестве повреждающего фактора использовали нейротоксин, который вызывает гибель нейронов мозга, содержащих дофамин (именно эти нейроны страдают у человека при болезни Паркинсона). У белых крыс такой нейротоксин изменяет поведение, в том числе снижает двигательную активность. Семакс, введенный крысам интраназально после нейротоксина, снимает отрицательные последствия, т.е. поведение животных не отличается от контроля.

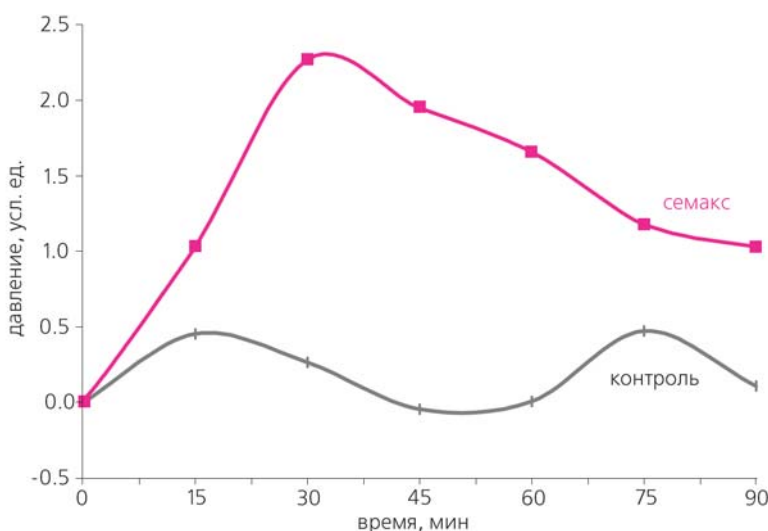
Для изучения влияния семакса на развитие нервной системы новорожденным крыскам в течение второй и третьей недель жизни ежедневно вводили препарат (контрольным животным — воду), а затем два месяца наблюдали за их поведением. Взрослые крысы, получавшие в раннем возрасте семакс, отличались от контрольных более высокой исследовательской активностью и сниженной тревожностью. Такое поведение сохранялось даже через 30 дней после последнего введения пептида. Столь долговременное влияние семакса свидетельствует о его эффективности в neonatalный период.

Известно, что природные меланокортины ослабляют болевую чувствительность человека и животных. Мы проверили эту способность на белых крысах. В опытах использовали тест сдавливания задней конечности. Болевым раздражителем служило равномерно нарастающее давление на задние лапы крысы. В момент возникновения боли животное, естественно, отдергивает лапу. Уже через 15 мин после введения семакса болевой порог увеличивается — крысы опытной группы выдерживают большее давление, чем контрольные. Следовательно, семакс снижает болевую чувствительность крыс.

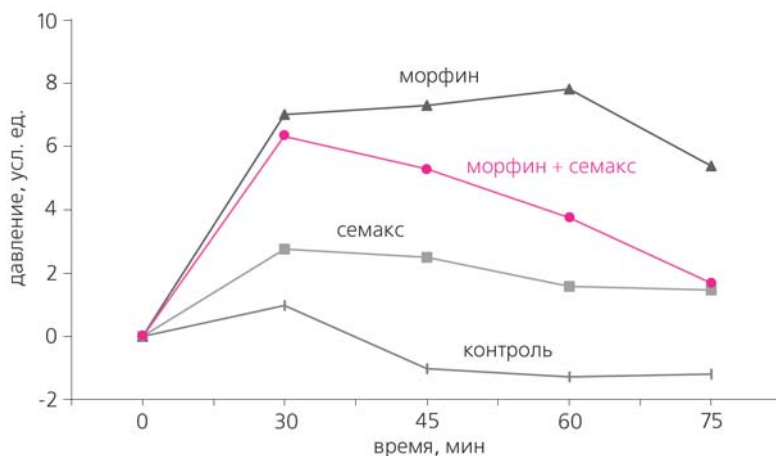
Из литературы известно, что меланокортины, обладая собст-



Защитное действие семакса на фоне нарушений поведения животных, вызванных введением нейротоксина.



Влияние семакса на болевую чувствительность белых крыс.



Ослабление анальгетического эффекта морфина при совместном действии с семаксом.

венной анальгетической активностью, при совместном введении с опиоидами (веществами с морфиноподобным действием) уменьшают их противоболевое действие. Подобный эффект мы продемонстрировали и на семакс при одновременном введении его с морфином. Антиопиоидные свойства семакса, как и других меланокортинов, вызывают большой интерес, так как свидетельствуют о их взаимодействии с опиоидной системой организма. Такой эффект

пептидов этого класса говорит о возможном влиянии меланокортинов и их аналогов (в частности семакса) на развитие наркотической зависимости.

Итак, сегодня нет никаких сомнений, что семакс улучшает обучение и память, оказывает защитное действие при повреждениях нервной системы, влияет на процессы развития нервной системы, вызывает снижение болевой чувствительности и обладает антиопиоидной активностью. Широкий спектр ак-

тивности синтетических пептидов открывает возможности для создания и использования в медицине лекарственных препаратов. Результаты, полученные при исследовании физиологических эффектов природных и синтетических меланокортинов, еще раз подтверждают, что регуляторные пептиды — это своеобразные химические интеграторы, координирующие работу всех управляющих систем организма — нервной, эндокринной и иммунной. ■

Организация науки

Чарлз Дарвин – в Интернете

Ч.Дарвин вел чрезвычайно активную переписку — более чем с двумя тысячами корреспондентов из десятка стран. После опубликования в 1859 г. труда «Происхождение видов путем естественного отбора» исследователь стал всемирно знаменит, и его корреспонденты тщательно хранили послания великого натуралиста. Сегодня известно около 15 тыс. писем, написанных Дарвином или адресованных ему, причем даже в наше время каждый год обнаруживают до 60 таких документов.

Сотрудники Кембриджского университета (Великобритания) разработали Проект дарвиновской корреспонденции: все эпистолярное наследие ученого вводят в Интернет. Ассигнования на это выделили Национальный научный фонд США и Комиссия по гуманитарным и искусствоведческим исследованиям Великобритании. Весь процесс расшифровки текстов, их комментирования и ввода во всемирную компью-

терную сеть завершится лишь в 2025 г., но уже сейчас значительная часть переписки доступна каждому (сайт www.lib.com.ac.uk/departments/darwin).

Science. 2002. V.298. №5600. P.1881 (США).

Космические исследования

Над северным полюсом Солнца

Во второй раз за 11 лет своего существования прошел над северным полюсом Солнца аппарат «Ulysses», запущенный в 1989 г. Американским и Европейским космическими агентствами. С борта аппарата получена информация, всесторонне описывающая состояние гелиосферы и ее динамику в периоды минимума и максимума 11-летнего цикла солнечной активности.

В декабре 2002 г. «Ulysses», завершив очередной облет Солнца, снова направился к самой удаленной от него точке своей орбиты, находящейся на том же расстоянии, что и Юпитер. Исследователи полагают,

что этот важный эксперимент будет продолжаться по крайней мере до сентября 2004 г.

Spaceflight. 2002. V.44. №2. P.51 (Великобритания).

История науки

Год, когда был открыт закон

Когда Г.Галилей открыл закон свободного падения тел? Горы записей свидетельствуют о его работе над этим законом между 1590 и 1632 гг. Однако многие записи, сделанные между указанными датами, не имеют никаких временных помет.

Институт ядерной физики во Флоренции пришел на помощь историкам науки. Бомбардируя множество листов записей протонами, они обнаружили содержание металлов в чернилах, причем те чернила, которыми Галилей в первый раз вывел открытый им закон, были теми же, какими он заполнял счетоводную книгу в 1604 г. Эту дату и следует считать годом открытия Галилеем его знаменитого закона.

Sciences et Avenir. 2002. №666. P.17 (Франция).

Гидродинамика околокритических жидкостей

В.И.Полежаев, Е.Б.Соболева

Механика сплошных сред, которая изучает течения и тепловые характеристики находящихся в движении систем, насчитывает многовековую историю. Но построение теоретических моделей и поиск решений в этой области не закончены до сих пор, поскольку строгое математическое описание осложняется такими факторами, как многомерность, наличие свободных поверхностей, нелинейные эффекты. С одной стороны, наглядность изучаемых процессов, во многих случаях легко воспроизводимых в лаборатории, позволяет говорить о ведущей роли эксперимента как источника новых знаний. С другой стороны, совершенствование компьютерной техники стимулирует развитие методов прямого численного моделирования, благодаря которым на компьютере можно имитировать движения среды и определять многие физические параметры, зачастую недоступные экспериментальному измерению.

Комплексное использование различных методов исследования обеспечивает значительный прогресс в механике сплошных сред и ее приложениях, однако и в настоящее время



Вадим Иванович Полежаев, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией математического и физического моделирования в гидродинамике Института проблем механики РАН. Область научных интересов — теплоперенос в сплошных средах, конвективные течения различных видов в земных условиях и при микрогравитации, динамические процессы в разнообразных средах.



Елена Борисовна Соболева, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник того же института. Научные интересы связаны с численным моделированием в гидродинамике и исследованиями теплообмена в сплошных средах, описываемых различными уравнениями состояния.

возникают задачи, совершенно новые по постановке и расширяющие традиционные представления о динамике текучих объектов. Речь идет о жидкостях с особыми физическими характеристиками, изучение которых ранее было прерогативой отдельных направлений в физике, химии, термодинамике, теплофизике.

Вблизи критической точки

Известно, что любое вещество, кроме водорода, имеет критическую точку, вблизи которой различия между равновесными состояниями жидкой и газообразной фаз стираются, а среда представляет собой некоторый флюид с новыми необычными свойствами [1].

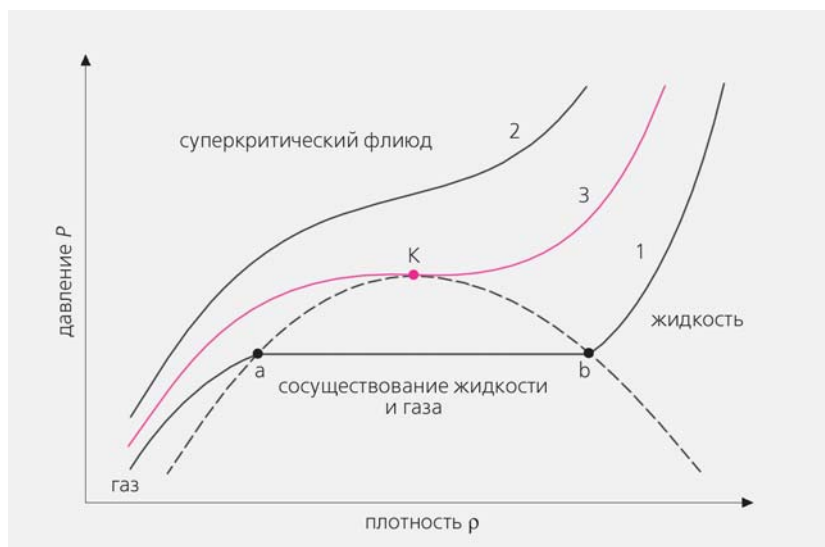


Рис. 1. Фазовая диаграмма. В окрестности точки К среда приобретает свойства околкритической жидкости.

Действительно, если изотермически сжимать разреженный газ, в котором молекулы взаимодействуют только при столкновениях, возможны три пути эволюции, представленные на фазовой диаграмме в координатах давление—плотность (P — ρ на рис.1). При невысокой температуре (кривая 1) наблюдается превращение газа в жидкость (участок a — b) — фазовый переход первого рода. Если же газ сильно нагрет (кривая 2), то никакое сжатие не заставит быстро движущиеся молекулы образовывать жидкость — среду с определенной структурой и ближним порядком. Для вещества в таком состоянии иногда используется термин «суперкритический флюид», поскольку ни жидкостью, ни газом в привычном понимании его считать нельзя [2]. Третий путь (кривая 3) реализуется лишь при определенной температуре, приводя к наиболее интересным изменениям физических свойств. В одной точке, которая и называется критической (точка К), касательная к кривой оказывается горизонтальной и фазовый переход носит предельный характер: одновременного существования жидкости и газа уже не на-

блюдается — эти фазы становятся тождественными, — но происходят внутренние изменения. Такое превращение родственно большой группе физических процессов в веществах, растворах, материалах (например, возникновению сверхтекучести, сверхпроводимости), которые связаны с преобразованием структуры или, как говорят, с изменением симметрии и классифицируются как фазовый переход второго рода.

При сжатии газа вблизи критической точки его нельзя считать ансамблем частиц, действующих друг на друга только при столкновениях. Молекулы начинают взаимодействовать и на расстоянии (поскольку сильно сближаются), что приводит к образованию «сгустков» вещества — флуктуаций плотности, которые увеличиваются в размерах по мере приближения к критической точке и тоже взаимодействуют друг с другом. В системе возникает структура, с микроскопической точки зрения похожая на «газ» капель; она определяется уже параметрами всей совокупности частиц, а не отдельными составляющими, т.е. носит кооперативный характер. В результате взаимодей-

ствия всех частей и усреднения флуктуаций на макроскопических масштабах появляются свойства, которые присущи системе как единому целому и называются критическими.

Итак, будем называть околкритической жидкостью среду, которая имеет температуру, плотность и давление, близкие к этим параметрам в критической точке. Наше рассмотрение ограничим однофазными системами при надкритических температурах. Какие же необычные макроскопические свойства здесь появляются? Вернемся к рис.1. На математическом языке критическая точка определяется как точка перегиба кривой, при приближении к которой первая и вторая производные стремятся к нулю ($\partial P/\partial \rho \rightarrow 0$ и $\partial^2 P/\partial \rho^2 \rightarrow 0$) и соответственно обратные производные — к бесконечности. Первое уравнение состояния, обеспечивающее подобное поведение производных, в форме $P = b\rho T/(1 - b\rho)$ — $a\rho^2$ с константами $b = 1/3r_c$, $a = 9BT_c/8r_c$ (T — температура, r_c , T_c , B — параметры критической точки и константа конкретного вещества) предложил голландский физик Й.Д.Ван-дер-Ваальс, за что и был удостоен в 1910 г. Нобелевской премии по физике. При низких давлениях и высоких температурах уравнение Ван-дер-Ваальса сводится к виду $P = b\rho T$ и описывает обычные газы и жидкости.

Уравнение состояния определяет статические критические явления, не зависящие от движения субстанции. Например, все среды в земных условиях подвержены гидростатической сжимаемости: плотность в нижних слоях возрастает, поскольку верхние слои давят на нижние. В околкритической жидкости малейшие приращения давления вызывают большие изменения плотности, что следует из условия $d\rho/dP \rightarrow \infty$, и сжимаемость многократно увеличивается, превращаясь в гиперсжимаемость. Простой пример, основанный на экспе-

риментах Й.Штрауба (Технический университет, Мюнхен), показывает, что в ампуле высотой 20 мм с околкритической окисью азота N_2O (температура на 0.03 К превосходит критическую) изменение плотности под действием силы тяжести составляет 10%. В земной атмосфере такое снижение плотности происходит на высоте одного километра, иначе говоря, вблизи критической точки сжимаемость в 50 тыс. раз больше!

Появляется также и гиперчувствительность к температурному фактору, поскольку выполняется другое предельное условие: $-\partial\rho/\partial T \rightarrow \infty$, из которого следует, что к бесконечности стремится коэффициент теплового расширения χ . Если воздух нагреть на один градус, его объем возрастет всего на 0.3%. А если увеличить на один градус температуру среды с околкритическими параметрами, то ее объем может удвоиться! На рис.2,а показана величина χ , полученная методом компьютерного моделирования, которая, как видно, резко возрастает при приближении к критической точке; пик на графике соответствует параметрам, наиболее близким к критическим.

Выделяют также динамические критические явления, которые обнаруживаются при перемещении массы и переносе тепла. В частности, релаксация неоднородностей температуры, обусловленная механизмом теплопроводности, происходит крайне медленно. Например, если в околкритической жидкости изменить температуру хотя бы на сотые доли градуса, то на установление прежних условий потребуется много часов, а может, и несколько суток. Скорость выравнивания температуры характеризуется коэффициентом теплопроводности D : чем меньше коэффициент, тем медленнее происходит релаксация. На рис.2,б показана величина D , которая, как видно, в окрестности критической точки имеет провал почти до нуля.

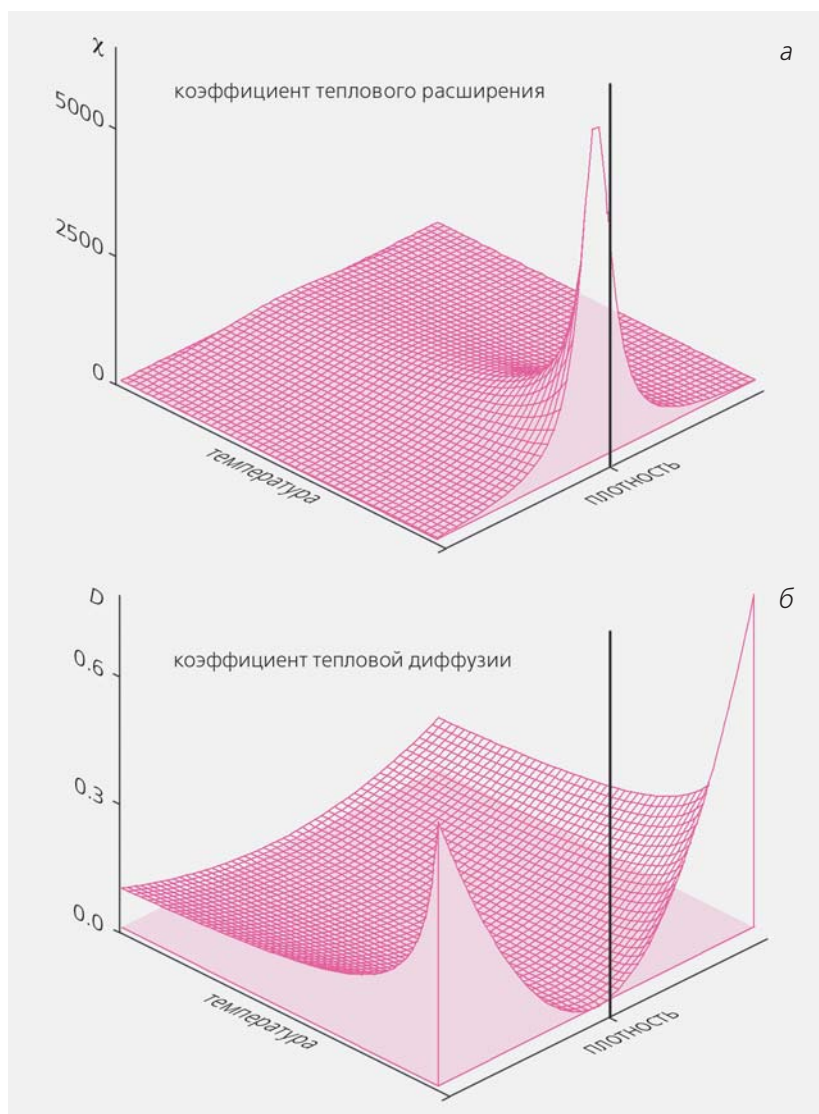


Рис.2. Расчетные зависимости термических коэффициентов от температуры и плотности. Вблизи критической точки коэффициент теплового расширения χ стремится к бесконечности (а), а коэффициент тепловой диффузии D — к нулю (б). Критические значения плотности и температуры отмечены вертикальной линией.

При исследовании околкритического состояния среды ее течению уделяется значительно меньше внимания, чем физическим свойствам, хотя реальная жидкая субстанция не может быть неподвижной. Гравитационные силы, неоднородности температуры, перепады давления — все вызывает перемещение отдельных частей относительно друг друга. Однако при описании динамики вблизи кри-

тической точки традиционные гидродинамические модели, ориентированные на обычные среды, оказываются несостоятельными. Желание продвинуться дальше в этой области дало толчок к объединению двух направлений — в настоящее время формируются представления о механике жидкостей, находящихся в околкритическом состоянии. Сначала коснемся ее экспериментальных основ.

Конвекция в космосе

Несмотря на то что опыты с веществами при околокритических параметрах проводились на протяжении десятилетий, и в настоящее время, при значительном усовершенствовании экспериментальной техники, такие системы остаются крепким орешком.

Трудности связаны прежде всего с тем, что околокритические жидкости обладают высокой гравитационной чувствительностью: демонстрируют сильный отклик на действие силы тяжести. Это проявляется, во-первых, в наличии конвективных течений, которые развиваются в неравномерно нагретой среде благодаря силе Архимеда и становятся особенно интенсивными вблизи критической точки. Во-вторых, — в ярко выраженном гидростатическом эффекте, что усложняет определение плотности в произвольной точке рабочего объема. Поэтому в земных условиях к критической точке приблизиться трудно.

Решение возникшей проблемы напрашивается само собой: нужно уменьшить действие силы тяжести и проводить опыты в условиях космического полета. И хотя в этом состоянии нет полной невесомости, действующие на жидкость силы становятся на несколько порядков мень-

ше, чем на Земле. Поэтому начиная с 80-х годов прошлого века был поставлен ряд экспериментов по изучению теплофизических свойств и процессов переноса вблизи критической точки на космических станциях «Спейс-Шаттл» и «Мир» [3]. Получены обширные результаты, и многие из последних данных еще не полностью проанализированы, поэтому остановимся на наиболее интересных*.

История одного хорошо известного теперь эффекта началась с парадокса. После кратковременного выделения тепла на нагревательном термисторе внутри ячейки с околокритической жидкостью было обнаружено, что ее температура начинает быстро повышаться (рис.3), причем рост температуры происходит за секунды — намного быстрее, чем в обычных средах. Но как такое может быть? Мы ведь знаем, что неоднородности температуры в околокритических условиях релаксируют очень медленно. Очевидно, заработал неизвестный ранее механизм прогрева. Новое явление, которое назвали поршневым эффектом (piston effect), связано, как оказалось, с механизмом расширения — сжатия и заключается в следующем. Сначала прогревается уз-

кий слой жидкости, прилегающий к источнику (пограничный слой); при нагревании он сильно расширяется, намного сильнее, чем в обычных средах, из-за высокой чувствительности к изменению температуры. Расширившийся пограничный слой, как поршень, толкает внутренние, еще холодные слои, которые сжимаются и при сжатии нагреваются. Эффект был сначала объяснен теоретически на простой модели [4], а затем исследователи Франции, Японии и России воспроизвели его при компьютерном моделировании [5–7], подтвердив эту интерпретацию. Обнаруженный механизм прогрева очень важен, поскольку работает каждый раз, когда возникают градиенты давления, вызванные изменениями температуры (например, из-за подвода тепла); во многих случаях он выравнивает заметные перепады температуры, оставляя лишь малые ее неоднородности.

Другая особенность околокритических жидкостей — их поразительная подвижность, которая обусловлена высокой гравитационной чувствительностью. В экспериментах при космическом полете выяснилось, что даже остаточные неоднородности теплового поля могут инициировать весьма заметные конвективные движения. Согласно теории подобия, два



Рис.3. Упрощенная схема эксперимента по исследованию переноса тепла (а). Рост температуры по радиусу вдоль линии А—В в околокритической жидкости происходит очень быстро (б), намного быстрее, чем в обычной среде (в).

течения аналогичны, если характеризуются одинаковыми численными значениями критериев подобия. Основным критерием подобия, определяющим интенсивность конвекции, является число Рэля Ra_e (индекс «е» указывает, что это экспериментальная величина). Оно вычисляется по выражению $Ra_e = \Theta \chi g l^3 / (D\nu)$, которое включает характерный перепад температуры Θ , ускорение силы тяжести g , размер области l , коэффициент кинематической вязкости ν — величины, не зависящие от близости к критической точке. Однако входящие сюда коэффициенты теплового расширения χ и тепловой диффузии D демонстрируют критическое поведение, причем первый из них стремится к бесконечности, второй — к нулю (рис.2). В результате величина Ra_e стремится к бесконечности по мере приближения к критической точке, а это значит, что при околоскритических параметрах происходит сильная интенсификация течения.

На рис.4 показаны зависимости Ra_e от параметра надкритичности $T-T_c$ для оксида углерода и шестифтористой серы, полученные в экспериментах на станции «Мир» в 1995 г. [8]. И хотя сила тяжести в орбитальном полете мала (она составляет 10^{-3} – 10^{-4} от земной гравитации), тем не менее, при довольно близком подходе к критической точке ($T-T_c < 1$ К) число Рэля увеличивается на порядки и достигает значений 10^4 – 10^5 , характеризующих развитые конвективные течения. Получается, что даже переход от земных условий к микрогравитации не может гарантировать подавление конвекции в тех случаях, когда она нежелательна, и всякий раз при подготовке экспериментов следует оценивать ее возможное влияние.

В подтверждение роли гравитационной конвекции в космосе на рис.5 представлены фотографии области оптической неоднородности для различных мо-

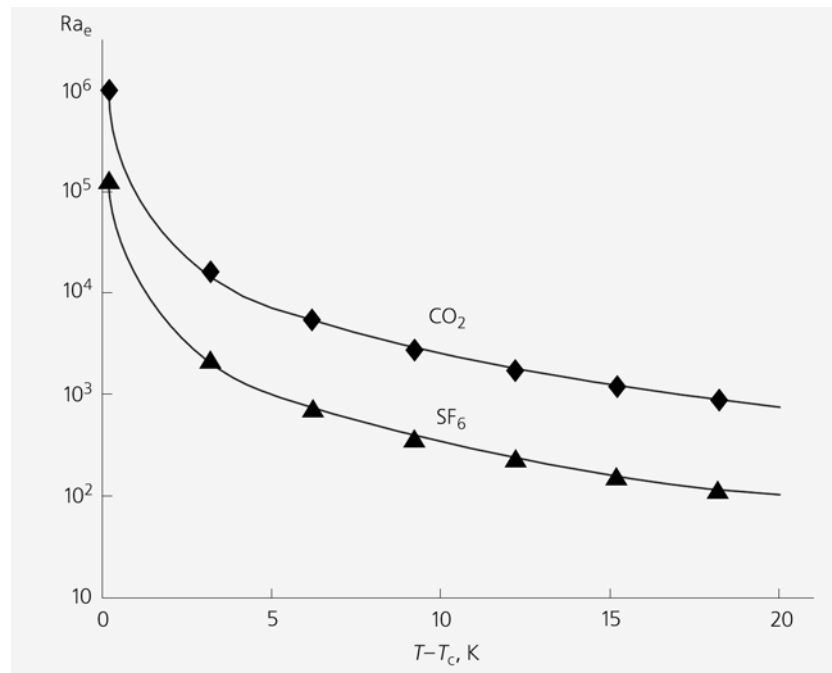


Рис.4. Зависимость числа Рэля Ra_e от параметра надкритичности $T-T_c$ в экспериментах с CO_2 и SF_6 на борту орбитального комплекса «Мир» [8]. При приближении к критической точке значения Ra_e резко возрастают.

ментов времени одного из экспериментов [8], где рабочее вещество с начальной надкритичностью $T-T_c < 0.121$ К заполняло ячейку с прозрачными боковыми стенками. Внутри ячейки находились два термистора на растяжках, верхний термистор служил источником нагрева. После подачи кратковременного импульса около нагревателя формировался тепловой пограничный слой, порождавший поршневой эффект и нагрев внутренней массы. Однако после реализации поршневого эффекта тепловое пятно вокруг термистора, обусловленное остаточной неоднородностью температуры, существовало довольно долго, и при отсутствии конвективного смещения оно медленно расширялось бы строго симметрично относительно центральной вертикали. Через 6 с симметрия еще наблюдалась (рис.5,а), но со временем она нарушалась (рис.5,б), и через 65 с тепловое пятно уже оказывалось вблизи стенки ячейки (рис.5,в), что яв-

но указывает на вмешательство конвекции.

В условиях космического полета имеются различные источники микрогравитационной силы, в которой обычно выделяют квазистатическую и быстро меняющуюся (высокочастотную) составляющие и анализируют влияние каждой. Поскольку переход от земной тяжести к реальной невесомости не позволяет полностью устранить конвективное движение в околоскритических жидкостях, необходимы строгий контроль за существующим микрогравитационным фоном и постановка прецизионных физических экспериментов, включая разработку новой аппаратуры для поддержания тепловых режимов и вывода оптической диагностики. Но «неустрашимый» процесс можно использовать «во благо», например, в высокочувствительном приборе по определению отдельных компонент микрогравитации, где интенсивность конвекции была бы

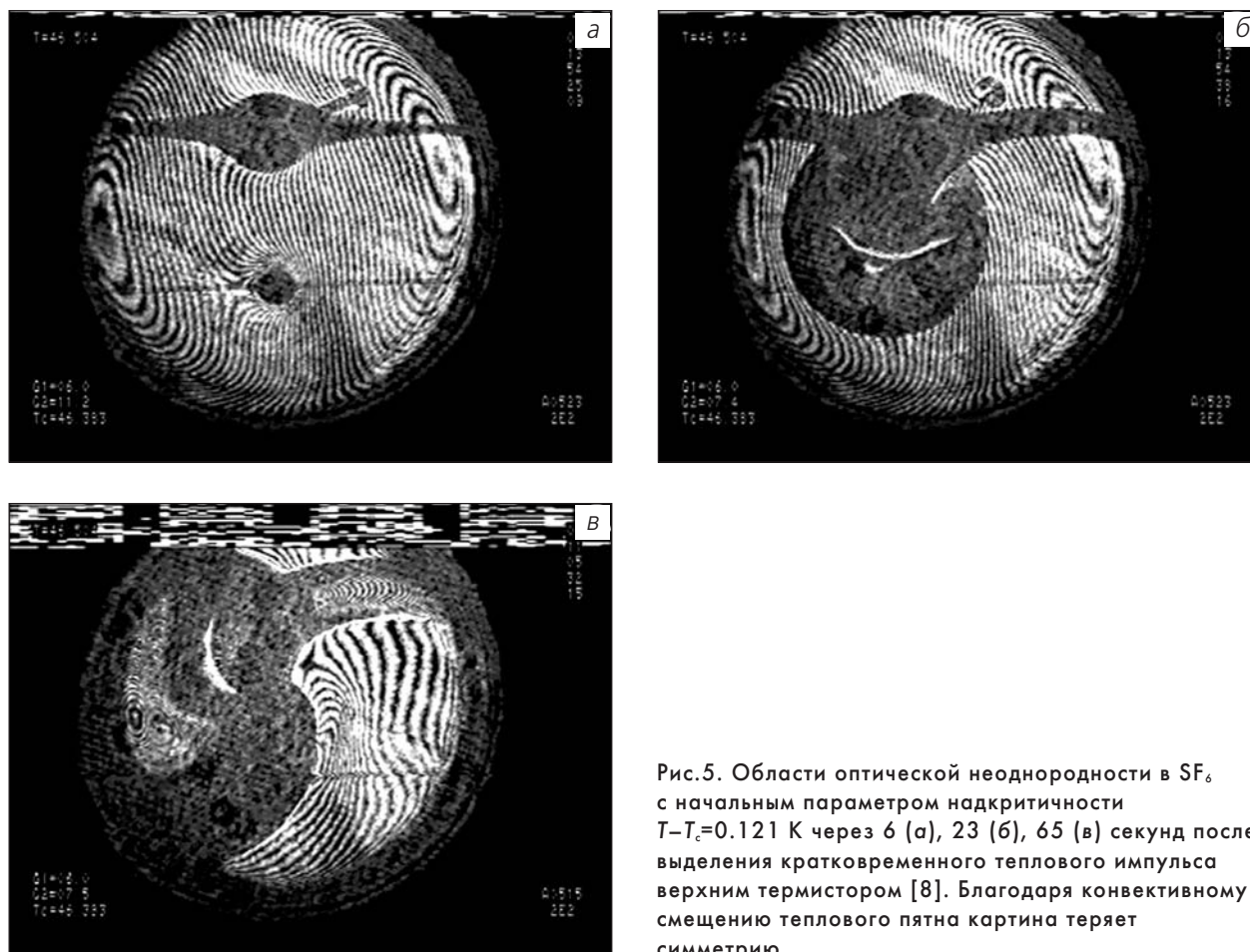


Рис.5. Области оптической неоднородности в SF_6 с начальным параметром надкритичности $T - T_c = 0.121$ К через 6 (а), 23 (б), 65 (в) секунд после выделения кратковременного теплового импульса верхним термистором [8]. Благодаря конвективному смещению теплового пятна картина теряет симметрию.

индикатором действия сил. И конечно, эксперименты в невесомости, как и во многих других случаях, служат катализатором широких исследований по околоскритической гидродинамике, стимулируя развитие теоретических методов.

Подобие и моделирование

Первые работы по математическому моделированию процессов нестационарного течения и переноса тепла с использованием уравнения состояния околоскритической жидкости, которые дали объяснение некоторым космическим экспериментам, были выполнены на основе простых одномерных моделей в начале 90-х годов [9]. Им предшествовали работы по моделированию околоскритическо-

го теплообмена на основе стационарных уравнений в приближении пограничного слоя [10, 11], когда особые свойства среды задавались подбором термодинамических коэффициентов. Вначале модели еще не были достаточно полными, чтобы охватить многочисленные особенности околоскритических течений. Так, стационарные модели исключают многие важные эффекты, возникающие при меняющихся со временем условиях, а нестационарные, но одномерные — не описывают пространственные конвективные течения, которые развиваются в замкнутых объемах. К настоящему времени сформировалась целая последовательность усложняющихся моделей, имеющая иерархическую структуру — от моделей конвекции несжимаемой жидкости с учетом разности плотностей только в архи-

медовой силе (модель Обербека—Буссинеска, наиболее распространенная для обычных жидких и газовых сред) до полных гидродинамических моделей, включающих нестационарные уравнения динамики и теплопереноса с учетом сжимаемости и переменных теплофизических свойств среды и уравнение состояния, подразумевающее наличие критической точки.

Так рождается новое направление в механике сплошных сред — гидродинамика околоскритических жидкостей. Для ряда задач дано их математическое описание: выбраны базовые уравнения и определены способы их решения, получены первые результаты. Но полностью сформировавшимся это направление считать еще нельзя — модели требуют уточнений, особенно в малой окрестности критической точки, где пока не до-

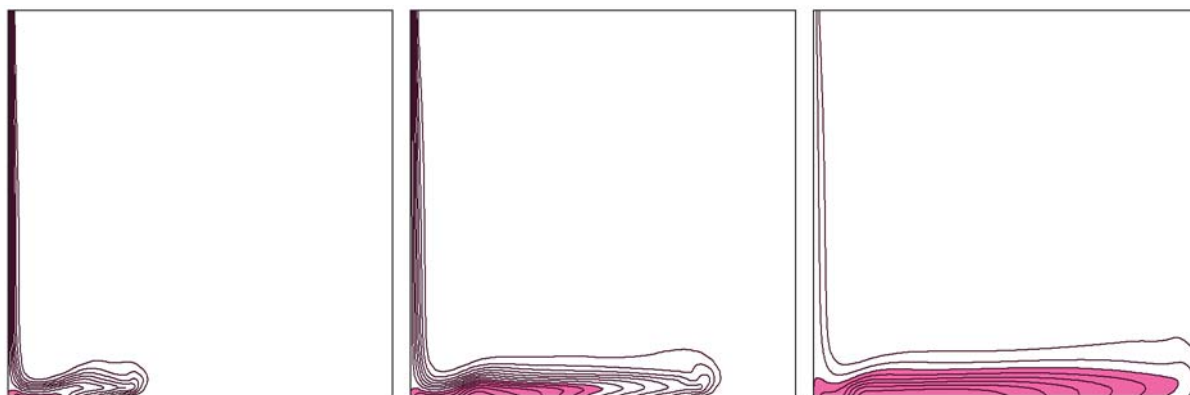


Рис.6. Изотермы в различные моменты времени при уменьшении температуры левой границы на 0.01 К, начальный параметр надкритичности $T-T_c=1$ К. Формируется опускающаяся конвективная струя, внутри которой образуется область переохлаждения (выделена цветом) с температурой ниже температуры охлажденной поверхности.

стигнуто достаточного соответствия с экспериментом и необходимы более полные данные о физических свойствах различных веществ, да и сами границы их применимости очерчены недостаточно ясно. Поэтому важную роль играет сочетание экспериментальных исследований и моделирования как в земных, так и космических условиях, что и было реализовано в работах по конвекции на орбитальной станции «Мир» [12].

Чтобы продемонстрировать возможности моделирования, покажем, какие интересные и специфические эффекты оно позволяет обнаружить. Моделируется динамика и теплоперенос в околоскритической жидкости, которая заполняет закрытый сосуд в земных условиях и в начальный момент неподвижна [13]. Затем одна из стенок сосуда (левая) немного охлаждается — всего на сотую долю градуса, и этого оказывается достаточно, чтобы возникло конвективное движение. Жидкость около стенки, став чуть-чуть холоднее и заметно тяжелее, начинает опускаться — образуется движущаяся вниз конвективная струя. На рис.6 показано, как эта струя распространяется со временем. Пока ничего неожиданного нет, конвективные струи возникают

и в привычных нам жидкостях, достаточно понаблюдать за течениями около стенок в стакане с горячим чаем. Необычно то, что струя переохлаждается, т.е. в некоторой области температура оказывается ниже температуры охлажденной границы. В стандартной ситуации ничего подобного не происходит, разве может температура остывающего чая стать меньше комнатной? А в околоскритических может, причем переохлажденная область со временем увеличивается в размерах.

При исследовании особенностей критического поведения возникает и другой вопрос, на который именно компьютерное моделирование способно дать однозначный ответ. Можно ли при каких-либо условиях обнаружить подобие в динамике околоскритических и обычных жидкостей? Оказалось, можно. Специфические для первых явления (поршневой эффект и переохлаждение в струе) наблюдаются в нестационарных условиях, т.е. при изменении состояния системы во времени и пространстве. Если же движение стационарно, можно подобрать параметры, при которых будет наблюдаться некоторое подобие в конвекции двух сред.

Рассмотрим конвективное движение в области с фиксиро-

ванной разницей температур на боковых границах. Если внешние условия не меняются, через некоторый промежуток времени устанавливается стационарный режим (рис.7). При моделировании динамики околоскритической жидкости, показанной на рис.7,а, в базовой системе уравнений использовалось модельное число Рэлея $Ra=10^3$, поэтому для обычной жидкости были выбраны те же величины всех критериев подобия, включая данное значение Ra . Результат представлен на рис.7,б и, как видно, не имеет ничего общего с предыдущей картиной. В первом случае около боковых границ формируются вторичные вихревые потоки, так называемые кошкины глаза, а во втором наблюдается круговое движение без каких-то особенностей. Неужели теория подобия оказалась несостоятельной? Нет, просто ее применение не столь очевидно и требует дополнительного обоснования.

В математической модели наличие критической точки задается уравнением состояния определенного вида, которое подразумевает критическое изменение физических свойств среды (например, стремление к бесконечности коэффициента теплового расширения), число же Рэлея, входящее как пара-

и только начиная с некоторой пороговой величины возникает конвективное движение. Если среда несжимаема, то подавление тепловых возмущений объясняется диффузией тепла в более холодные зоны и определяется критерием Рэлея. Благодаря сжимаемости работает дополнительный механизм устойчивости и связанный с ним критерий Шварцшильда: тепловые возмущения не развиваются, если расширения нагретых участков не достаточно, чтобы возникающее уменьшение плотности превысило бы разрежение, обусловленное гидростатическим эффектом.

Критерий Шварцшильда обычно не используется при исследовании обычных газов в лабораторных условиях, так как при соответствующих пространственных масштабах эффекты сжимаемости очень малы. Этот критерий был предложен К.Шварцшильдом, немецким астрономом, при изучении крупных объектов, а именно при наблюдении конвективной структуры на поверхности Солнца в 1906 г. Однако роль гидростатического эффекта становится значительной даже в небольших объемах околокритической жидкости в силу ее гиперсжимаемости, поэтому началом конвекции вблизи критической точки управляют два критерия — Рэлея и Шварцшильда. Совместное влияние этих критериев на порог устойчивости было установлено в 1968 г. при численном модели-

ровании обычного сжимаемого газа [14], позднее получены условия возникновения конвекции при околокритических параметрах аналитически (см. [15] и цитируемую там литературу) и экспериментально в прецизионных опытах на жидком гелии [16]. На современном этапе, с использованием накопленных данных, ведутся работы по калибровке околокритической конвекции Рэлея—Бенара и расширению калибровочных соотношений на течения, «чувствующие» стратификацию.

Калибровочные соотношения имеют и другой смысл — они служат необходимым звеном в соединении теории с практикой. Если нужно моделировать динамический процесс, наблюдающийся экспериментально, то не модельные (Ra и др.), а реальные (Ra_c и др.) критерии подобия должны совпадать с соответствующими величинами в опыте (Ra_c и др.). Теория подобия, дополненная идеей калибровки, позволяет эффективно комбинировать экспериментальные методы исследования с методами численного моделирования.

Новые технологии и перспективы

Читатель вправе задать вопрос: а насколько оправданы затраты на столь экзотические исследования, имеются ли у последних перспективы практического применения? До недавне-

го времени проблемы динамики и процессов переноса вблизи критической точки представляли практический интерес лишь в отдельных случаях, касающихся приложений в теплотехнике — при течениях в теплообменных аппаратах, при хранении сжиженных газов и др.

Тем не менее перспективы более широкого промышленного внедрения уже видны. И в первую очередь это новые химические технологии, использующие около- и сверхкритические жидкости в качестве реактивных сред. Вблизи критической точки меняются некоторые свойства, влияющие на протекание химических реакций, например, у воды уменьшается диэлектрическая проницаемость почти в 15 раз. Поэтому, используя околокритические среды в качестве растворителя, можно синтезировать новые материалы, в частности микрочастицы и нанокристаллы с заданными средним размером, формой и пористостью.

Другой пример — метод сверхкритического водного окисления, направленный на переработку разнообразных токсичных веществ и очистку окружающей среды, в котором используется вода в сверхкритическом состоянии*. Процесс, схема которого приведена на рис.8, состоит в обработке смесей вредных соединений водой при температурах и давлениях, превышающих критические

* См. в Интернете (сайт ecology.iem.ac.ru).

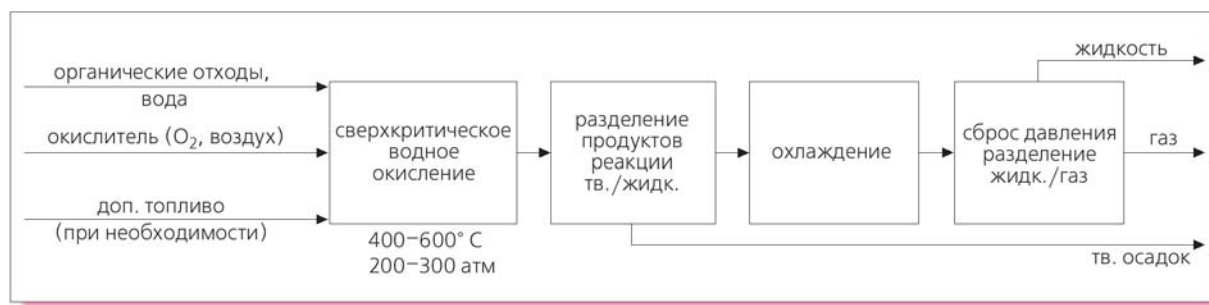


Рис.8. Схема процесса сверхкритического водного окисления.

значения, и в получении в результате химических реакций экологически безвредных веществ. Такой метод по сравнению со стандартными технологиями сжигания имеет ряд преимуществ и может претендовать на наиболее высокую экологическую и экономическую эффективность.

Химические превращения при сверхкритических параметрах имеют перспективы использования и в ракетно-космической технике. Речь идет о горении сверхкритического топлива в камере сгорания и, как следствие, интенсификации процессов переноса, что может повысить удельную тягу двигателя. В настоящее время характеристики струйного течения и перемешивания при высоких давлениях и температурах начинают активно исследоваться.

Жидкости с параметрами из сверхкритической области используются также при экстракции твердых веществ, главным образом в пищевой промыш-

ленности, например при вытяжке кофеина из кофе, и в фитотерапии. Среда приводится в сверхкритическое состояние и при разделении смесей, в частности при химической переработке и ректификации нефти. Последние данные о подобных химических технологиях публикуются в международном научном издании «Journal of Supercritical Fluids»* и др.

Можно ожидать, что со временем список технологических процессов, использующих критические явления, значительно расширится, будут эксплуатироваться не только особые физические свойства среды, но и возникающие из-за них новые гидродинамические эффекты (как, например, описанные выше поршневой эффект и эффект переохлаждения в конвективной струе). При этом систематическое моделирование тепло- и массопереноса позволит со-

* Электронную версию см в Интернете (сайт www.sciencedirect.com/science/journal/08968446).

кратить сроки и стоимость отработки технологий и добиться их оптимизации. Сейчас на повестке дня — изучение более интенсивных (переходных и турбулентных) режимов, характерных для конвекции при земной силе тяжести, уточнение математических моделей с включением уравнений состояния различных веществ, определение условий для более близкого подхода к критической точке, подготовка дальнейших экспериментов для проведения на Международной космической станции. Околосверхкритическая гидродинамика, выйдя за пределы узких научных интересов, начинает движение по обычному пути — от экспериментального и теоретического исследования до промышленного внедрения. ■

Исследования, рассматриваемые авторами, поддерживались в течение ряда лет РФФИ. Проекты 97-01-00124, 00-01-00401 и 03-01-00682.

Литература

1. Анисимов М.А. Критические явления в жидкостях и жидких кристаллах. М., 1987.
2. Горбатый Ю.Е., Калинин А.Г., Бондаренко Г.В. Структура жидкости и надкритическое состояние // Природа. 1997. №8. С.78—89.
3. Moldover M.R. // Progress in Astronautics and Aeronautics / Eds. G.A.Hazlrigg, J.M. Reynolds. 1986. V.108. P.57—79.
4. Oniki A., Hao H., Ferrell R.A. // Phys. Rev. A. 1990. V.41. №4. P.2256—2259.
5. Zappoli B., Durand-Daubin A. // Phys. Fluids. 1994. V.6. №5. P.1929—1936.
6. Azuma H., Yoshibara S., Onisbi M. et al. // Int. J. Heat and Mass Transfer. 1998. V.42. №4. P.771—774.
7. Полежаев В.И., Соболева Е.Б. // Изв. РАН. МЖГ. 2001. №3. С.143—154.
8. Зюзгин А.В., Иванов А.И., Полежаев В.И. и др. // Космич. исслед. 2001. Т.39. №2. С.188—200.
9. Boukari H., Sbaumeier J.N., Briggs M.E., Gammon R.W. // Phys. Rev. A. 1990. V.41. №4. P.2260—2263.
10. Попов В.Н., Яньков Г.Г. // Теплофизика высоких температур. 1982. Т.20. №6. С.1110—1118.
11. Петухов Б.С. Теплообмен в движущейся однофазной среде. М., 1993.
12. Polezbaev V.I., Emelianov V.M., Gorbunov A.A. // J. Jpn. Soc. Microgr. Appl. 1998. V.15 (Suppl. 2). P.123—129.
13. Полежаев В.И., Соболева Е.Б. // Изв. РАН. МЖГ. 2002. №1. С.81—93.
14. Полежаев В.И. // Известия РАН. МЖГ. 1968. №5. С.124—129.
15. Carlès P., Ugurtas B. // Physica D. 1999. V.126. P.69—82.
16. Kogan A.B., Meyer H. // Phys. Rev. E. 2001. V.63. 056310.

Вред и польза шлаковых отвалов

Б.С.Баталин

Производство металлов из руд сопряжено с образованием значительного количества отходов. Такова уж технология — чтобы получить металл, используют топливо, плавни (флюсы), снижающие температуру плавления руды, вещества, извлекающие из нее и жидкого еще металла вредные для его качества примеси. Все эти ингредиенты в ходе выплавки образуют шлаки, весьма разнообразные по составу и свойствам.

О металлургических шлаках* многое известно, существует подробная классификация и обширная литература. Здесь же речь пойдет о свойствах, влиянии на окружающую среду, проблемах утилизации и области применения только одного типа шлаков — самораспадающихся (их иногда называют саморасыпающимися за способность превращаться в тонкий порошок при остывании).

«Месторождения» полезных ископаемых

За время существования металлургических заводов рядом с ними накопилось огромное количество шлаков (на одном

* Один из их типов — сплав оксидов, обычно покрывающих поверхность жидкого металла при его выплавке.

© Б.С.Баталин



Борис Семенович Баталин, доктор технических наук, профессор кафедры строительных материалов и специальных технологий Пермского государственного технического университета. Научные интересы связаны с математическим моделированием процессов твердения вяжущих веществ, разработкой методов утилизации металлургических шлаков. Автор более 50 изобретений и нескольких монографий, в том числе «Управление свойствами шлакощелочных вяжущих и их регулирование химическими добавками» (Пермь, 1986); «Строительные материалы — исследования, изобретения» (Пермь, 1992).

только Чусовском их более 150 млн т!). Давно известно, что даже старые, уже выведенные из эксплуатации отвалы, вредно влияют на атмосферу, гидросферу и почвенный покров окружающей местности, а через них — на состояние флоры, фауны и здоровье людей [1]. Поэтому ликвидация шлаковых отвалов сегодня стала одной из самых насущных задач охраны окружающей среды.

Утилизации шлаков посвящено множество разработок ученых, технологов, экологов.

И в ряде случаев уже предпринимаются меры по переработке в строительные материалы: щебень, песок, вяжущие материалы. Задача эта весьма сложна, поскольку связана с технологическими, техническими и экономическими трудностями.

Во-первых, в одном и том же отвале часто складываются шлаки разных металлургических производств предприятия, например доменные, мартеновские и конвертерные. А состав и свойства шлаков в них неодинаковы. Меняются, кроме того,

руды, флюсы, технология производства. Все это сказывается на составе и свойствах шлака.

Во-вторых, в отвале происходит механический распад шлака (крупные куски из-за медленных изменений фазового состава рассыпаются в порошок) и химический (силикатный, марганцовистый, железистый виды), вызванные внутренними и внешними причинами. Отдельные компоненты шлака могут взаимодействовать с дождевой и снеговой водой, образуя новые соединения, и тогда меняются его дисперсность и агрегатное состояние. За счет этого частицы могут фракционироваться по размеру, отвал становится слоистым. Состав и свойства шлака оказываются разными и по высоте, и по простиранию этой почти геологической структуры.

Естественно, что его переработка даже в щебень и песок затруднена: ведь одна часть отвала может быть вполне пригодна для получения таких строительных материалов, а другая — нет. Начатая уже утилизация может стать экономически нецелесообразной, предприятие понесет убытки.

Химический состав металлургических шлаков принято представлять в форме оксидов — SiO_2 , CaO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO и т.д. Для характеристики свойств шлака наиболее важны два количественных соотношения: $\text{CaO} / \text{SiO}_2$ (модуль основности) и $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$ (модуль активности). По величине первого модуля различают кислые (он меньше единицы), нейтральные (равен единице или близок к ней) и основные (>1) шлаки. Кроме оксидов в них всегда содержатся компоненты, многие из которых весьма ценны (соединения титана, ванадия, хрома, других нужных промышленности химических элементов), причем в количестве часто не меньшем, чем в природных рудах.

Фазовый состав шлака зависит в первую очередь от модуля основности. В кислых с наи-

большей вероятностью образуется стекловидная фаза (особенно при резком охлаждении), в нейтральных и основных — кристаллическая. Ее чаще всего составляют силикаты и алюмосиликаты кальция и магния в форме минералов: псевдоластонита, анортита, геленита, ларнита, монтичеллита, мервинита, ранкинита, мелилита. Нередки также шпинель, диопсид и др. Конечно, в шлаках с разным модулем основности преобладают вполне определенные минералы [2].

Модуль основности самораспадающихся шлаков близок к двум, поэтому стекловидная фаза в них не образуется даже при резком охлаждении. Из минералов же преобладает ларнит $\text{Ca}_2[\text{SiO}_4]$ (в металлургической отрасли принята стехиометрическая запись состава минералов: ларнит обозначают $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ и называют ортосиликатом кальция). Такой шлак не способен твердеть при смешивании с водой, подобно тому как это происходит с портландцементом, одним из важнейших строительных материалов, хотя по химическому составу тот и другой весьма близки.

Почему твердеет цемент

Получение портландцемента начинается со спекания строго рассчитанной смеси из молотого известняка и глины в специальной печи при температуре 1450°C . О дальнейших стадиях нет необходимости рассказывать здесь, однако стоит упомянуть, что в производстве этого строительного материала предусмотрены добавки, например гипс, который регулирует схватывание будущего цемента, и активная минеральная добавка, повышающая его стойкость к некоторым видам коррозии.

Основу портландцемента, как и самораспадающегося шлака, составляют CaO , SiO_2 , Al_2O_3 и Fe_2O_3 (в качестве примесей

могут содержаться MgO , K_2O , Na_2O и др.). Эти оксиды образуют четыре основных минерала с собирательным названием «клинкерные». При контакте с водой они самопроизвольно вступают с ней во взаимодействие, в результате чего образуются кристаллические и коллоидные гидраты. Кристаллогидраты срastaются между собой в твердый, но хрупкий агрегат, а гелевидные придают ему пластические свойства, за счет чего существенно снижается хрупкость. Именно гидратные соединения способствуют превращению порошкового цемента в твердое тело. Его прочность на сжатие составляет 30, 40, 50 МПа, что соответствует маркам цемента «300», «400», «500»

Один из клинкерных минералов — ортосиликат кальция — может существовать в α -, β - и γ -формах, т.е. полиморфных разновидностях. Первая из них образуется при температуре 1425° и в процессе медленного охлаждения переходит (через две промежуточные стадии) во вторую, а потом — в третью (рис.1). Если на второй промежуточной стадии минерал быстро охладить, он останется в виде β -формы, способной к гидратации и твердению. Переход β -формы в γ -ортосиликат сопровождается сильным увеличением объема кристаллической решетки, поэтому минерал стремительно разрушается. Кристаллики быстро, в течение доли секунды, рассыпаются в тонкий порошок. Очень важно, что эти превращения обратимы, но за исключением одного: γ -разновидность не переходит в β -форму ни при каких условиях, а может превратиться только в α -модификацию.

Именно образующийся в клинкере β -ортосиликат гидратируется за 28 суток, обеспечивая твердение цемента. Остальные же разновидности очень слабо реагируют с водой, и твердения не могут вызвать [2]. Поэтому при спекании клинкера технологический процесс

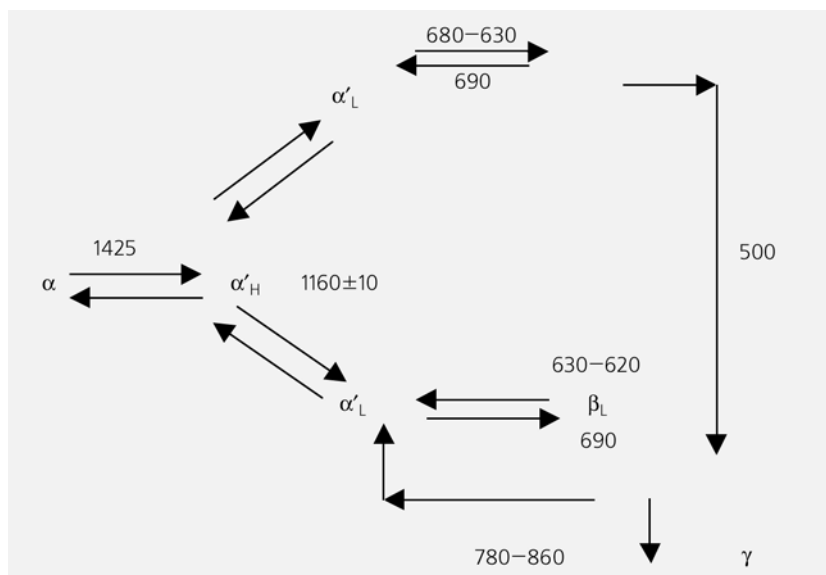


Рис. 1. Полиморфные превращения ортосиликата кальция. α и α' — промежуточные фазы; буквами Н и L в индексе обозначены соответственно высокотемпературная и низкотемпературная разновидности той или иной фазы; температуры фазовых переходов указаны в °С.

ведут так, чтобы не допустить образования ни α -, ни γ -ортосиликатов. Если вовремя не остановить фазовые переходы, клинкер рассыплется в порошок, который твердеть практически не будет. Правда, некоторые примеси, всегда присутствующие в клинкере, способствуют «замораживанию» β -ортосиликата, необходимого для получения цементного камня [3].

Сюрприз лежалого шлака

Самораспадающийся шлак, в котором содержится до 90% ортосиликата кальция — и почти весь он в γ -форме, — охлаждается бесконтрольно. Из ковша расплавленный шлак выливают на площадку распада, где он образует огромные, раскаленные докрасна, глыбы. Остывая, они становятся оливковыми, вся поверхность их вздувается, и начинают брызгать фонтанчики тонкого белого порошка, еще очень горячего. Через несколько минут глыбы превращаются

в горки белого или слегка сероватого порошка. Но он, к сожалению, не твердеет от воды.

Рассыпавшийся шлак с площадки распада транспортируют в отвал. Трудно описать, сколько вреда приносит хранение этого пылевидного шлака! Ветер разносит его по округе, отчего у местного населения возникают заболевания легких и глаз. Смытая дождями и талыми водами шлаковая пыль загрязняет почву и водоемы, растворимые компоненты проникают в грунтовые воды, а затем в родники и колодцы...

Но вот оказывается, что, пролежав в отвале примерно полгода, толща рассыпавшегося шлака покрывается твердой коркой толщиной 10–15 см. Может, она образовалась за счет длительного взаимодействия шлака с водой и медленная реакция гидратации все же делает свое дело? Местное население Чусового и окрестных населенных пунктов довольно давно обнаружило, что, если разбить корку, под ней окажется рыхлый шлак, но уже не безразлич-

ный к действию воды, а взаимодействующий с ней точно так же, как обычный портландцемент — быстро и очень эффективно. Жители вместо него и используют такой лежалый шлак для строительных нужд: штукатурят стены домов и квартир, бетонируют дорожки усадеб, готовят кладочные растворы и т.д. [4].

Лежалый шлак не только быстро твердеет, но еще и оказывается значительно устойчивее портландцемента к намоканию. Дело в том, что прочность всех (за редким исключением) намокших материалов снижается: керамического кирпича — примерно на 15%, силикатного — на 30–35. Оказалось, что водостойкость (или коэффициент размягчения, который выражают отношением прочности насыщенного водой материала к прочности сухого) затвердевшего самораспадающегося шлака составляет величину 0,9, тогда как для портландцемента она обычно равна 0,8–0,83.

Очень уж заманчиво вместо того, чтобы вывозить в отвал такой шлак, использовать его в качестве цемента. Прочного, водостойкого, к тому же — белого! Но ждать полгода... Да еще с не совсем предсказуемым результатом: а какова будет марка самородного цемента и другие важные его свойства (сроки схватывания, время твердения, усадка или расширение при твердении)?

Но самый трудный вопрос, почему же затворенный водой шлак неожиданно приобретает способность твердеть? Ведь переход из γ -формы ортосиликата в β -форму термодинамически запрещен! Не сказывается ли влияние чего-либо сопутствующего?

Полезные спутники

Переходные элементы, или d -элементы (например скандий, титан, ванадий, хром, марганец, железо, кобальт, ни-

кель, медь и цинк), как известно, легко образуют комплексные соединения, которые могут служить катализаторами разных реакций, способствовать кристаллизации аморфных фаз, в частности, силикатных стекол.

При получении портландцементного клинкера некоторые переходные элементы в небольших количествах (доли процента) присутствуют в составе сырьевой смеси и обеспечивают ускоренное образование минеральных кристаллогидратов. А это повышает активность портландцемента, прочность затвердевшего цементного камня.

В шлаке тоже содержатся переходные элементы: титан (до 1%), хром и железо (примерно по 0.5%), ванадий (его количество в феррованадиевом шлаке, например, колеблется от 0.1 до 2% и более). Эти элементы не образуют собственных минералов, а входят в состав ортосиликатов кальция, замещая некоторые атомы кальция в кристаллической решетке. В результате образуются так называемые твердые растворы, хорошо знакомые геологам и минералогам. В ортосиликате кальция подобное замещение атомами железа стабилизирует способную к гидратации β -форму.

Как же могут повлиять переходные элементы, входящие в состав самораспадающегося шлака, на его свойства? Ведь при остывании ортосиликат кальция бурно переходит в нетвердеющую γ -форму, а из нее β -разновидность возникнуть не может. Тем не менее рентгеноструктурный анализ показывает, что через полгода в шлаке количество γ -ортосиликата уменьшается в 10 раз, а вместо него непонятно откуда появляется (столько же, сколько прежде было γ -модификации) β -форма. Мог ли осуществиться вопреки законам термодинамики переход кристаллической γ -фазы в β -фазу, или она возникла по каким-либо другим причинам? А что если минерал,

который считается γ -ортосиликатом кальция, на самом деле представляет собой твердый раствор какого-то другого минерала в ортосиликате кальция? Твердые растворы ведь могут распадаться, образуя новые фазы. Возможно, в шлаке именно это и происходит, а потому образуется новый минерал и β -ортосиликат кальция.

Шлак под микроскопом

Многие пытались найти способ утилизации самораспадающегося шлака. М.М.Сычеву (в металлургической отрасли он — один из крупнейших российских исследователей вяжущих материалов) удалось добиться твердения такого шлака, добавив к нему 2—4% гипса и подвергнув смесь автоклавированию, т.е. тепловой обработке в атмосфере насыщенного водяного пара при давлении 0.8—1.2 МПа. По данным Р.Ф.Руновой из Киевского инженерно-строительного института, можно получать прочные изделия из некоторых гидросиликатов кальция несколько иначе: прессованием при высоком давлении самораспадающегося шлака с небольшим количеством воды (до 10%). Если превышает некий предел давления

(примерно 4—5 МПа), то прессование даже без воды скачком переводит порошок в твердое тело высокой прочности. Правда, вода в нем присутствует в кристаллизационной форме.

Все эти превращения в конечном счете связаны с фазовыми переходами в системе. Но какие именно переходы осуществляются при активации гидравлически неактивных веществ? Нельзя исключить, что присутствующий в Чусовском шлаке ванадий влияет на свойства ортосиликата кальция.

Для проверки этого предположения заводские технологи специально получили 10 проб шлака, отличающихся содержанием ванадия. Затем их исследовали в поляризационном микроскопе, чтобы определить угол погасания (как известно, это важная характеристика минералов) образовавшихся кристалликов ортосиликата кальция. Выяснилось, что с увеличением содержания ванадия в ортосиликате угол погасания увеличивается (рис.2). Значит, изменяется структура кристалла. Возможно, внедрением атомов ванадия в кристаллическую решетку γ -ортосиликата и объясняется появление у него способности к гидратационному твердению.

Это предположение было проверено экспериментально

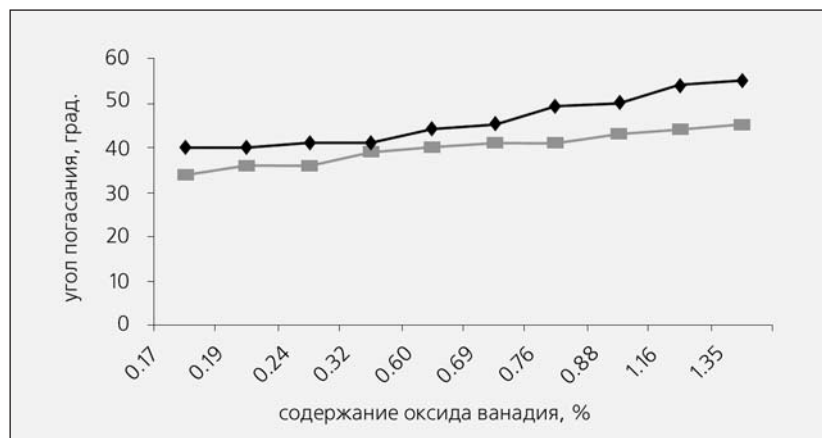


Рис.2. Корреляция между содержанием ванадия в шлаке и углом погасания кристаллов ортосиликата кальция в β -форме (цветная кривая) и γ -модификации.

на образцах заводского шлака — свежего, только что распавшегося, и лежалого, пробывшего год в отвале. Контролем служили пробы γ -ортосиликата кальция, синтезированного в лаборатории — чистого и с добавками оксидов ванадия. Во все образцы добавляли дистиллированную воду (30%) и прессовали под давлением 20 МПа. Естественно, что изучали и прочность затвердевших составов через 28 суток, затем через три месяца, полгода и год.

В результате удалось подтвердить, что свежий шлак с водой практически не реагирует. В поле зрения микроскопа было видно, что лишь очень незначительная часть поверхности его зерен обрастает едва заметной бахромой гидратных новообразований (рис.3). Но даже после года твердения эти образцы не превращались в прочное твердое тело.

Лежалый шлак ведет себя по-другому. Через семь суток появляются новообразования в виде кристалликов гидросиликата кальция (он всегда возникает при твердении портландцемента и довольно хорошо изучен), а к концу шестого месяца по размерам становятся больше контрольных зерен синтетического ортосиликата (рис.4). Прочность образцов через 28 суток составляла около 25 МПа. В контрольных препаратах, содержащих не менее 0.7% ванадия, кристаллогидраты образовывались так же быстро и не отличались от тех, что обычно возникают при твердении цемента.

Активизированный, т.е. содержащий ванадий, шлак был использован в дальнейшем вместо цемента для приготовления бетона. В нем, судя по результатам электронной микроскопии, присутствовали такие же кристаллики гидросиликата, что и в твердеющем цементе (рис.5).

Таким образом, в экспериментах удалось доказать превращение нетвердеющего орто-

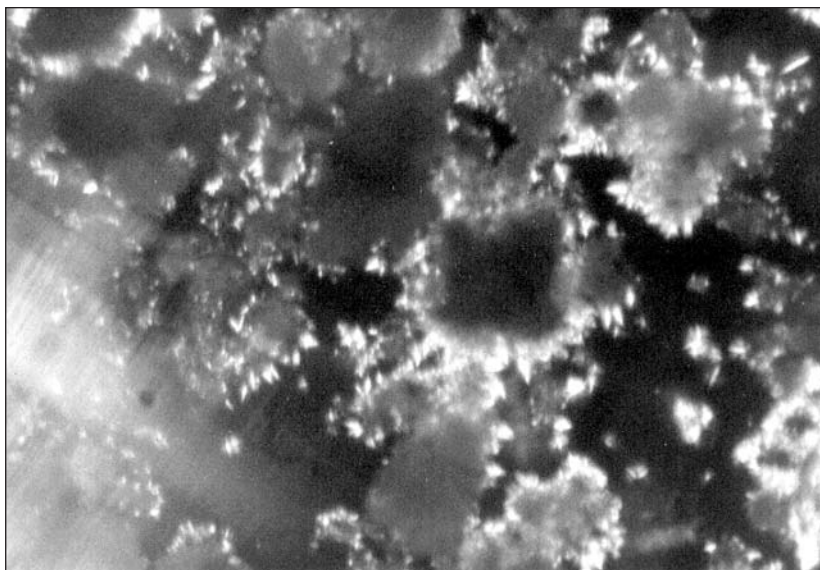


Рис.3. Зерна шлака в поле зрения электронного микроскопа (увел. в 200 раз). Бахрома гидратных новообразований видна в виде мелких зазубрин по краям зерна.

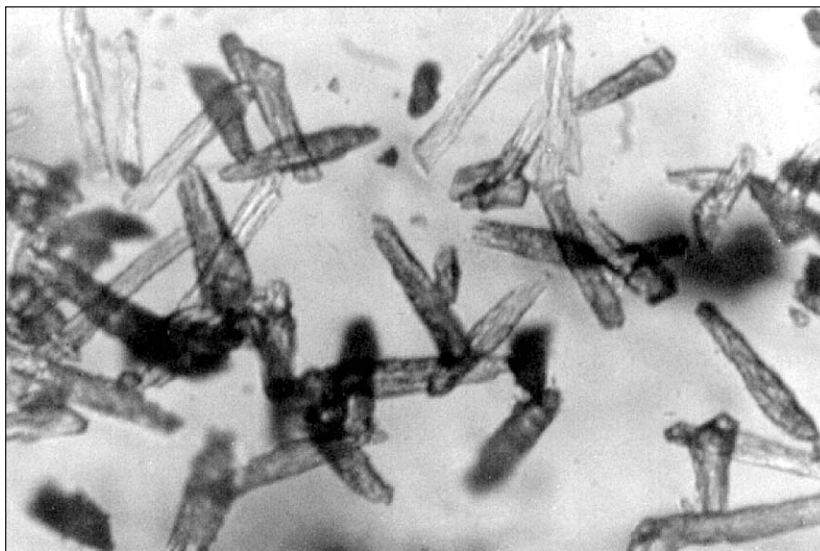


Рис.4. Кристаллы синтетического гидросиликата кальция (увел. в 200 раз).



Рис.5. Кристаллики гидросиликата кальция в образце бетона, для приготовления которого использовался шлак, содержащий ванадий.

силиката кальция в твердеющий. Но действительно ли это связано с фазовым переходом γ -модификации в β -форму, еще неизвестно. А может быть, твердый раствор в присутствии ванадия распадается на β -ортосиликат и какой-то, еще не установленный минерал, также способный к гидратации? Пока кандидата на такой новый минерал не найдено. Остается допустить, что гипотетическое превращение все же существует.

Для чего все это нужно

На первый взгляд не очень-то целесообразно получать из шлака вяжущий материал, прочность которого ниже, чем у цемента самой низкой марки. Нет! Оказывается, низкомарочные вяжущие материалы давно и настоятельно необходимы строительству. Ведь на приготовление их растворов сегодня расходуется дорогостоящий портландцемент. А из самораспадающегося шлака получается вяжущее вещество как раз низкомарочное, наиболее подходящее для штукатурных и кладочных строительных растворов.

Литература

1. Горшков В.С., Александров С.Е., Иващенко С.И., Горшкова И.В. Комплексная переработка и использование металлургических шлаков в строительстве. М., 1985.
2. Горшков В.С. // Журн. прикл. химии. 1966. Т.39. №2. С.448—451.
3. Гатт В., Нерс Р. Фазовый состав портландцементного клинкера // Тезисы VI Международного конгресса по химии цемента. 1976. Т.1. С.78—88.
4. Баталин Б.С., Беляева И.В., Макарова Л.Е. О взаимосвязи между фазовым составом феррованадиевого самораспадающегося шлака и его вяжущими свойствами // Журн. прикл. химии. 1996. Т.69. Вып.1. С.162—164.

Да к тому же с более высокой, чем у портландцемента, водостойкостью.

Кстати, марки рядового строительного гипса тоже невысоки, кроме того, их водостойкость очень низка. А вяжущий материал из шлака и прочнее гипса, и, как сказано, имеет более высокую водостойкость, и медленнее схватывается. И к тому же он белого цвета.

Если считать, что гипотетическое превращение все же существует, то нужно искать способы его ускорения. Ждать полгода, пока произойдет желанный переход, явно нетехнологично. Здесь уже упоминалось о так называемой сульфатной активации нетвердеющего самораспадающегося шлака добавлением гипса с последующим автоклавированием.

Но вот что интересно. На том производстве, где образуется такой шлак, есть сернокислый сток, в котором концентрация серной кислоты достигает 6% и более. Его нельзя сливать в канализацию, он отравит речную воду. Поэтому сток нейтрализуют известью. В результате появляется вторичный гипс, который, как и шлак, отправляют

в отвалы — многотоннажные экологически опасные толщи. Так вот, сернокислотный сток можно использовать вместо воды при формовании изделий прямо из шлака, образцы формовать при давлении 30—40 МПа, а потом подвергнуть их пропариванию, т.е. тепловой обработке при влажности близкой к 100%, но при атмосферном давлении. Эта технология используется при изготовлении бетонных и железобетонных конструкций и таким же способом в экспериментах был получен водостойкий безобжиговый белый кирпич марок «100» и «150».

Итак, из нетвердеющего самораспадающегося шлака феррованадиевого производства можно получать строительные материалы вроде кирпича и одновременно утилизировать не только сам шлак, но и еще один необычайно опасный вид отходов — сернокислотный сток. Остается осуществить это практическое приложение теории. ■

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований. Проект 01-03-96495-р2001урал Р.

Конусы: смертельная опасность или мнимая угроза?

Ю.И.Кантор,

доктор биологических наук

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

Конусы (*Conus*), пожалуй, самый богатый видами (уже известно более 550 видов и ежегодно описывают не меньше дюжины новых) род морских животных из класса брюхоногих моллюсков, или улиток. В настоящее время их исследованием занимаются десятки ученых, причем разных специальностей. Не равнодушны к этим улиткам и коллекционеры, поскольку раковины многих конусов невероятно красивы. Некоторые виды получили весьма поэтические названия: например, Слава морей (*C.gloriamaris*) или Слава Индии (*C.milneedwardsi*). Хотя в наше время количество пойманных экземпляров этих «редкостей» исчисляется сотнями, тем не менее конусы традиционно остаются мечтой многих коллекционеров. Этот ажиотаж умело поддерживается в прессе, что позволяет сохранять высокие цены. Однако современные цены даже на самые редкие конусы ничто по сравнению с теми, которые были, скажем, в конце XVIII в. Так на аукционе Лайонета в 1796 г. на продажу были выставлены две картины Франца Хальса, знаменитая картина Вермера Делфтского «Женщина в голубом, читающая письмо» (сейчас находится в Королевском музее

Амстердама) и... пятисантиметровая раковина *C.cedonulli* (в переводе с латыни видовое название конуса звучит многообещающе — несравненный). Хальс пошел за бесценок, Вермер был продан за 43 гульдена, а конус — за 273! Впрочем, о коллекционных достоинствах раковин конусов написано немало, но сведения о биологии самих моллюсков редко просачиваются в научно-популярную литературу. Между тем это не только интересно, но даже важно с практической точки зрения, прежде всего для ныряльщиков.

Конусы с их многочисленными родственниками относятся к семейству ядозубых (*Toxoglossa*) или, как в последнее время его называют, конидных (*Conidae*). Распространены эти моллюски по всему Мировому океану, от уреза воды до максимальных глубин. Более разнообразны и многочисленны они в тропиках, особенно в Индо-Тихоокеанском регионе. Виды, относящиеся непосредственно к роду конусов, живут преимущественно в тропиках, и лишь некоторые из них проникают в субтропики (один вид встречается в Средиземном море). Подлинное царство конусов — на коралловых рифах. Здесь их численность может достигать 60 экземпляров на квадратный метр. Несколько лет назад я

в составе пестрой международной команды биологов работал на рифах Новой Гвинеи. Всего за две недели на одном крошечном островке, который можно было обойти за полчаса, мы собрали раковины 36 видов конусов. Безусловно, в наше время это рекорд, но по нему можно судить о разнообразии конусов в тропиках.

Большинство изученных ядозубых имеют хорошо развитую ядовитую железу в виде очень длинной и извитой трубки. Состав и действие яда изучены пока только для очень небольшого числа видов, главным образом для конусов. Расположена железа внутри зубов, рядом выстилающих длинную, гибкую пластинку-мембрану (радулу) — основной орган добывания пищи. Радулой можно, как теркой или щеткой, соскребать водоросли с твердых поверхностей. У хищных улиток зубы достигли столь крупных размеров, что с их помощью те способны, словно кусачками, отрывать куски пищи. Помимо этого у них есть длинный и подвижный хобот, на вершине которого находится рот. У конусов же и их близких родственников зубы радулы видоизменены, превращены в полые гарпуновидные иглы с отверстиями на вершине и в основании. Они легко отрываются от мембраны. Конусы за-

© Ю.И.Кантор



Фрагменты радулы хищных брюхоногих моллюсков. Слева — участок длинной гибкой пластинки шириной 0.9 мм, усаженной одинаковыми поперечными рядами зубов трубоча. Справа — отдельно зуб длиной около 0.4 мм питающегося морскими червями конуса.

Микрофотографии автора

жимают отдельную иглу во рту, а затем, сокращая стенки хобота, с силой впрыскивают яд через ее полость в тело жертвы. Зазубрины на конце иглы плотно застревают в теле жертвы, и конус может прочно удерживать ее. Размеры зубов могут быть очень впечатляющими — до нескольких миллиметров, причем самые длинные они у конусов, питающихся моллюсками, а самые короткие — у тех, что питаются червями.

То, что конусы ядовиты, известно давно. Пожалуй, ни одной другой группе морских моллюсков не уделялось в популярной литературе столько внимания и не допущено столько неточностей, а то и просто ошибок. Эти улитки не только попали во все справочники для ныряльщиков, монографии о ядовитых морских животных и учебники по токсикологии, но и в популярные книги и журналы, страницы которых часто изобилуют страшными описаниями укула (или укуса, в зависимости от фантазии автора), деталями агонии и смерти. Хоч

сразу оговориться, что большая часть таких историй переписывается из одной книги в другую и под собой основы не имеет. Тем не менее конусы действительно ядовиты, иногда даже смертельно.

Первый случай укула конусом человека был описан в начале XVII в. датским натуралистом Румфиусом, проведшим много лет на о.Амбон в Зондском архипелаге (современная Индонезия). Румфиус наблюдал туземца, который полосовал руку ножом. В ответ на вопрос натуралиста он пояснил, что был укушен конусом и если немедленно не выпустить много крови, то смерть неизбежна. Румфиус описал этого опасного моллюска, им оказался географический конус (*C.geographus*).

Однако биология и поведение конусов оставались практически неизвестными до середины 20-го столетия, когда ими занялся американский ученый А.Кон. Почти полвека он детально изучает поведение и питание различных видов конусов, и благодаря его работам выяс-

нилось, что большинство из них питается морскими червями, около 50 видов (к коим относится упомянутый географический конус) — рыбами, а несколько видов, в их числе текстильный конус (*C.textile*), — другими улитками.

Яд конусов, особенно рыбоядных, чрезвычайно токсичен: рыба оказывается парализованной через секунду после укула, нанесенного зубом-гарпуном. Моллюск заглатывает обездвиженную рыбу целиком и довольно быстро ее переваривает. Однако медленно ползающей улитке догнать рыбу не так-то просто, поэтому многие конусы охотятся из засады, зарываясь в песок. Почувствовать рыбу им помогает специальный орган обоняния (осфрадий) — своего рода нос, хотя похож он больше на гребенку и расположен вовсе не на голове, а в мантийной полости у основания жабр. Когда рыба проплывает поблизости, конус мгновенно выставляет из песка хобот с зажатым на конце зубом и наносит роковой укол. Некоторые виды, например пурпурный конус (*C.purpurascens*), подманивают рыбу движением хобота, по форме и окраске имитирующего червя. У другого вида по краю головы, имеющей форму воронки, растут длинные щупальца. Когда такой конус зарывается в грунт, на поверхности остается только голова, очень напоминающая актинию. Можно предположить, что таким образом конус подманивает рыб-клоунов (*Amphiprion*), которые живут среди щупалец актиний, защищающих их от врагов.

Очень своеобразно питается и географический конус. Его голова, растягиваясь, превращается в огромную (более 10 см в диаметре) воронку — эдакий невод, в который попадают мелкие рыбешки. Оказавшись внутри воронки, рыбка неожиданно впадает в прострацию, тогда-то конус и наносит летальный укол.

Особенности биологии и поведения географического кону-

са привлекли внимание ученых-токсикологов. Первым, кому удалось выделить и исследовать яд, был американец филиппинского происхождения Б.Оливера из Университета штата Юта. Выяснилось, что по действию яд конуса подобен яду кобры (но токсичнее его) — блокирует нервные синапсы, т.е. прерывает передачу сигнала от нерва к мышце, в результате чего быстро развивается онемение и остановка сердечной мышцы. Яд конусов представляет собой смесь большого числа (до 50) низкомолекулярных пептидов, содержащих 10—30 аминокислот. Оказалось, что состав конотоксинов (в названии подчеркнуто их происхождение) может быстро меняться в зависимости от рациона улитки.

Впоследствии конотоксины были синтезированы. Когда же начали проводить экспериментальные тесты индивидуальных пептидов на лабораторных мышках, то выяснились совсем уж чудеса: одни пептиды приводят животных к гибели (эта группа названа «крючок с леской», поскольку яды почти мгновенно убивают рыбу, как будто ее подсекли на крючке), другие только погружают в сон (группа «нирвана»; от них рыба впадает в оцепенение, оказавшись внутри воронки). Есть пептиды, которые вызывают у мышей судороги, а другие — наоборот, предотвращают их; некоторые — провоцируют странное поведение, например карабканье на вертикальные стенки, прыжки, подергивание задними конечностями и т.д. Конотоксин «Кинг-Конг» (забавное чувство юмора у этих биологов!) не оказывает действия на мышей, но на него очень странно реагируют моллюски — «выползают» из собственной раковины, чтобы моллюскоядному конусу было удобнее их проглотить. По крайней мере так считает Оливера. Не правда ли, тут попахивает фантастикой, как у Г.Катнера, у которого один из героев мог заставить енотов не только



Географический конус — самый опасный для человека.

Здесь и далее фото О.В.Савинкина



Текстильный конус питается другими видами улиток. Очень активен, в процессе охоты может наносить до восьми укулов подряд, причем для каждого укула используется отдельный зуб, который застревает в теле жертвы. Случается, «нападает» и на ныряльщиков.

выйти из леса, но и самих себя ободрать.

Любые нейротоксины представляют огромный интерес для нейробиологов и фармакологов (каждый знает о благотворном действии яда змей и пчел на ишемическую болезнь от радикулита поясницы). И токсины конусов не исключение.

Среди медицинских препаратов уже появилось принципиально новое лекарство против эпилептических припадков, представляющее собой индиви-

дуальный конотоксин. Сейчас в разработке находится и новейшее обезболивающее, не имеющее себе аналогов. По действию оно сходно с морфием, но не вызывает привыкания и действует в очень малых дозах. Оливера рассказал мне, что патент на это обезболивающее был куплен одной из фармакологических фирм за астрономическую сумму — 720 млн долл.! (Думаю, один такой патент окупил бы все затраты на исследование не только кону-

сов, но и моллюсков вообще.) Мы еще не знаем, какие удивительные открытия возможны в будущем...

Наконец, пришло время ответить на вопрос, вынесенный в заглавие статьи. Насколько же опасны конусы для человека и что делать при укусе. Должен расстроить (а может, все-таки обрадовать) любителей книг ужасов. За всю почти 300-летнюю историю в литературе описаны 150 случаев укусов конусов (на самом деле их число все-таки в несколько раз больше), 36 укушенных скончались. Все смертельные исходы были вызваны одним-единственным видом — географическим конусом. Замечу, что смертность от укусов моллюска этого вида до-

стигает 70%, он действительно опасен для человека. Так как яд конусов состоит из множества отдельных пептидов, то противоядия от него быть не может. По всей видимости, единственный способ выжить укушенному — обильное кровопускание. И в этом отношении мы ничуть не продвинулись по сравнению с тем дикарем, которого почти 300 лет назад наблюдал Румфигус. Похоже, географический конус гораздо агрессивнее других видов, поскольку он «кусается», не только охотясь, но и защищаясь. Довольно опасны и иные рыбоядные конусы, а также текстильные, которые питаются моллюсками.

В одном из справочников по выживанию я прочитал, что ко-

нусов надо брать только за более узкую часть раковины. **Ни в коем случае!** Именно там, в устье, располагается голова и соответственно хобот с ядовитыми зубами. Действовать надо наоборот — брать за верхнюю, более широкую часть.

Небольшое число отмеченных случаев укусов конусов свидетельствует, что страхи и опасения по их поводу, мягко говоря, преувеличены. Однако с этими моллюсками надо обращаться с осторожностью, как и со всяким потенциально опасным животным, и не терять бдительности. Многие виды лучше не трогать совсем. От жала пчел еще никто не умер, но ведь никто не станет хватать пчелу или осу голой рукой. ■

Биология

Долли скончалась

Овечка Долли — первая из млекопитающих, кого успешно клонировали из соматической клетки британские генетики И.Уилмут и К.Кемпбелл (I.Wilmuth, K.Campbell; Рослинский институт, Шотландия), — завершила свой жизненный путь в середине февраля 2003 г. Шестилетнюю к тому времени овцу вынуждены были усыпить из-за проявившихся болезней. При вскрытии у нее было обнаружено новообразование в легких, которое характерно для аденоматоза, а также — признаки артрита, который начался еще несколько лет назад. Узнать, связано ли последнее заболевание с тем, что овца была клоном, очевидно, не удастся. У Долли осталось шестеро вполне здоровых потомков, полученных обычным путем. Чучело этой известнейшей из овец выставлено в Эдинбургском музее науки.

Теперь коллектив шотландских генетиков подал заявку на проведение аналогичных экспериментов с клетками человека. Science. 2003. V.299. №5610. P.1163 (США).

Экология

Борьба с глобальным потеплением

Консорциум крупнейших нефтяных компаний мира принял решение субсидировать разработку мер, которые помогут противодействовать глобальному потеплению, связанному с потреблением ископаемого горючего. В течение десятилетия будет выделено 225 млн долл. США независимым научно-исследовательским учреждением, готовым изучать возможность замены нефти, угля и природного газа иными источниками энергии, а также разрабатывать методы более эффективного использо-

вания нефтепродуктов со снижением их относительной роли в экономике развитых и развивающихся стран. В консорциуме участвуют такие фирмы-гиганты, как американские «Exxon Mobil» и «General Electric», немецкая «E.ON», а также крупнейший поставщик нефтедобывающего оборудования и платформ для морского бурения «Schlumberger» (США).

Головное научное учреждение и получатель примерно половины всех ассигнований — Станфордский университет; возглавляет проект инженер-нефтяник Л.Орр (L.Orr). Научные коллективы, принадлежащие компаниям, права участвовать в работах не имеют. Мероприятие одобряется Советом охраны природных ресурсов (Вашингтон), который подчеркивает мировую значимость противостояния глобальному потеплению.

Science. 2002. V.298. №5599. P.1537(США).

Исчезнувшие вулканы Главного Кавказского хребта

Н.В.Короновский, Л.И.Демина

Второй по величине вулкан Главного Кавказского хребта — Казбек вместе с Эльбрусом, отстоящим от него примерно на 100 км к западу, образуют красивейшие горные вершины, всегда привлекавшие к себе исследователей, альпинистов и туристов. Благодаря более легкой доступности Эльбрус изучен лучше. В верховьях р.Азау находятся многочисленные горнолыжные курорты. Казбеку повезло меньше. Подходы к нему труднее, да и подъем круче. Он окружен небольшими плейстоценовыми (450—50 тыс. лет назад) и голоценовыми (10—2 тыс. лет назад) вулканчиками, давшими короткие лавовые потоки с типичной глыбовой поверхностью. Однако в предгорьях Большого Кавказа, в западной части Терско-Каспийского передового прогиба (главным образом в Осетинской впадине), в отложениях верхнего плиоцена (3—1.8 млн лет назад), заключено огромное количество переотложенного вулканического материала, состоящего из лавовых валунов, обломков пемзы, слоев вулканических туфов и пеплов. Местами такой материал слагает почти всю толщу, а иногда чередуется с аллювиальными (речными) и озерными осадочными отло-



Николай Владимирович Короновский, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой динамической геологии геологического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Заслуженный деятель науки РФ. Круг научных интересов — магматизм, геодинамика, неотектоника. Неоднократно печатался в «Природе».



Любовь Ивановна Демина, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник той же кафедры. Специалист в области петрологии магматических и метаморфических горных пород, химической геодинамики.

жениями, почти исключительно континентальными, снесенными с юга, со стороны Большого Кавказа.

Известный исследователь Кавказа В.П.Ренгартен выделил эту толщу мощностью более 2 км как свиту рухдзуар. Каким же образом в ней оказалось такое количество вулканогенного материала? Ведь кроме одно-

кого Казбека в этом регионе вулканов нет.

Вулканическая свита рухдзуар

Свита рухдзуар, состоящая главным образом из молодых вулканических пород, на западе, в Кабардинской впадине, огра-

© Н.В.Короновский, Л.И.Демина



Сахарная голова Казбека. Слева — монастырь Цминда Самеба. Вид с востока.

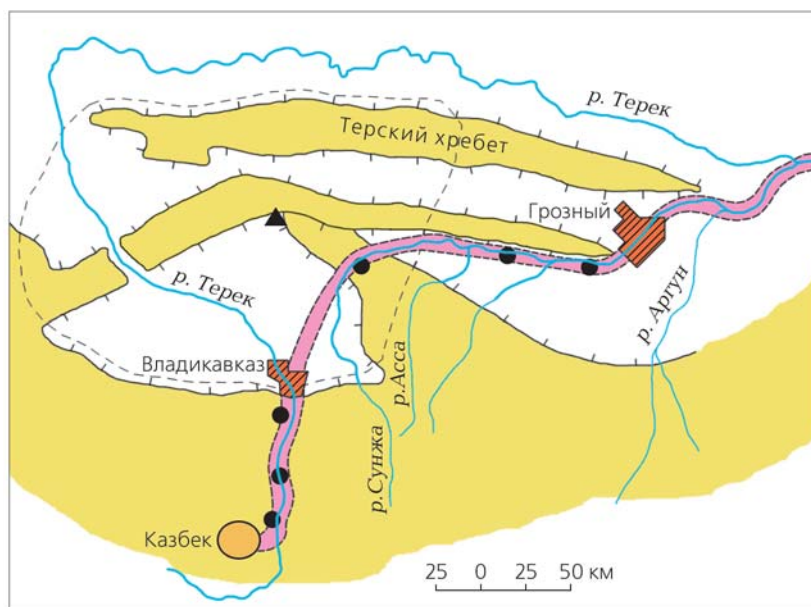
Фото Н.В.Короновского

ничена долинами рек Черека и Урвани; на востоке — р.Яндыркой и молодым Назрановским поднятием, а на севере ее граница примерно совпадает с субширотным невысоким Терским хребтом. В основном она распространена в Осетинской впадине — одной из ванн Терско-Каспийского передового прогиба, который возник около 6 млн лет назад (в конце сарматского века) при росте горноскладчатого сооружения Большого Кавказа. Заполнение прогиба продолжалось и позднее (в мэотический и понтический века), когда сюда с Кавказского хребта сносился валунно-галечный материал, не содержащий вулканических пород и сейчас выделяемый в виде лысогогорской свиты.

Достаточно полные разрезы свиты рухдзуар прослеживаются в долинах рек и ручьев, пересекающих предгорные районы. Наиболее впечатляющий ее выход, мощностью около 1000 м, наблюдается в долине Терека, около с. Эльхотово. Там река прорезает Сунженский хребет, и слои пород прекрасно видны в северном крыле антиклиналь-

ной складки. По-видимому, здесь находилась глубокая поперечная впадина, проходившая через западную часть Терско-Каспийского прогиба, от г.Прохладного на севере до г.Владикавказа на юге. Скважина, про-

буренная вблизи с.Кадгарон в Осетинской впадине, не вышла из вулканогенно-обломочных отложений на глубине 1908.3 м, т.е. мощность свиты рухдзуар может быть более двух километров.



Распространение лахара при взрыве вулкана Казбек (показан розовым цветом). Кружками показаны места описания лахара, треугольником — местоположение урочища Синий камень, штрихом — распространение свиты рухдзуар.

Состав свиты, как показывают обнажения в соседних балках Сунженского хребта у сел Заманкул, Пседах и др., очень изменчив. Стекавшие с Кавказских гор многочисленные реки извивались по предгорным равнинам, часто меняли свои русла, образуя старицы и застойные озера. Даже в соседних, близко расположенных местах одни слои быстро сменяются другими, выклиниваются или, наоборот, увеличиваются в мощности. Изменения фиксируются и в поперечном направлении, от подножий Кавказского хребта к северу. Однако в центральных частях всех разрезов выделяется мощная толща, почти целиком (>98%) состоящая из вулканического материала. В ней повсеместно распространены плохо и хорошо окатанные валуны и обломки (размером от нескольких сантиметров до 1.5 м) разноцветных (серых, красных, малиновых, фиолетовых, черных) андезидацитовых и дацитовых лав. Они характеризуются порфировой структурой с крупными вкрапленниками плагиоклазов, реже пироксенов и роговой обманки и практически полным отсутствием кварца. Цементом служит сходный по составу мелкообломочный вулканический материал, в котором большую роль играют пемзовые «орешки», размером несколько сантиметров, пемзовые пески, вулканические туфы и пеплы. В рыхлой цементирующей массе всегда есть примесь свежего вулканического вещества. Редко в таких толщах встречаются угловатые гальки гранитов, юрских глинистых сланцев, известняков верхней юры и верхнего мела. Присутствуют озерные мергели, глины, пористые известняки, содержащие вулканические туфы.

В нижней части разреза у с.Заманкул возраст отложенной свиты рухдзуар довольно уверенно определяется по глинистым морским прослоям с типичными акчагыльскими пелециподами (*Limax* sp., *Pomatias rivu-*

lare Eichw, *Clausiliide* и др.), а в верхних горизонтах он фиксируется наземными моллюсками апшеронского яруса (*Chondrula tschetschenica* Stete, *Euxina* sp., *Tropidomphalus* sp. и др.). Следовательно, возрастной диапазон формирования данной свиты приходится на довольно короткий отрезок позднего плиоцена. Ее породы в целом похожи на породы Казбека и окружающих его небольших вулканов. Однако все эти вулканы намного моложе и относятся к среднепозднему плейстоцену и голоцену.

Петрохимические особенности вулкаников

Из свиты рухдзуар было отобрано около 100 образцов, представляющих собой наиболее характерные разновидности вулканических пород. Кроме того, изучались вулканики в районе с.Верхние Ачалуки, у так называемого Синего камня, в пределах южного склона Сунженского хребта, а также породы собственно Казбека и окружающих его молодых (в основном голоценовых) вулканов.

Для сравнения химического состава пород применялся кластерный анализ*. Исследования показали, что основная масса магматитов, слагающих валуны, гальки и обломки из свиты рухдзуар резко отличается от плейстоценовых вулкаников Казбека. Иными словами, источник пород в свите непосредственно не связан с четвертичными извержениями этого вулкана.

Породы Казбека отличаются низкими коэффициентами вариаций SiO_2 , Al_2O_3 и CaO и тесной связью Al_2O_3 , FeO , MgO , TiO_2 , MnO , K_2O и Na_2O , присущей таким минералам как высокотитанистый биотит, амфиболы и полевые шпаты. Анализ парных корреляций свидетельствует о повышении содержания титана в породах с возрастанием щелочности.

Высокие корреляционные связи TiO_2 , MgO и FeO в валунах, гальках и обломках вулкаников из свиты рухдзуар отражают кристаллизацию базальтической роговой обманки и высокотитанистого биотита.

* Математико-статистический метод обработки большого количества химических анализов, позволяющий выделить ограниченное количество дискретных групп, характеризующих близкий состав данных пород.

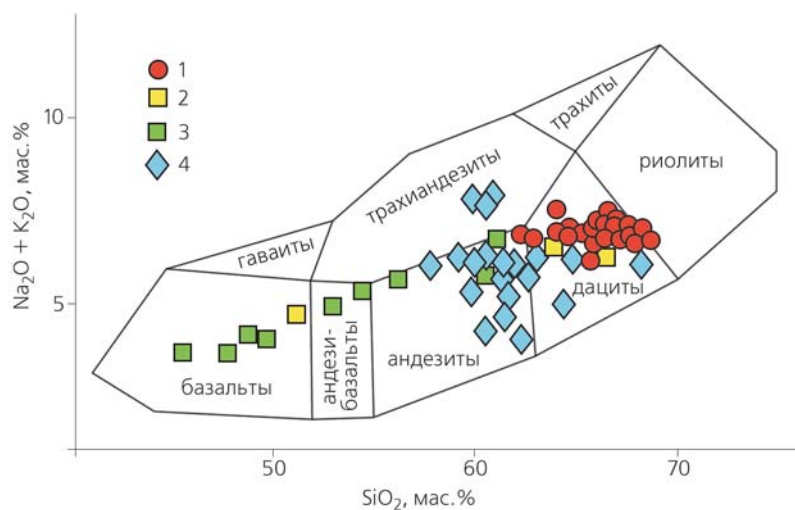


Диаграмма $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$ для вулкаников свиты рухдзуар и Казбека. 1 — андезиты, дациты и риолиты свиты рухдзуар; 2, 3 — породы урочища Синий камень: дациты (2), базальты, андезибазальты и базальты (3); 4 — вулканики Казбека.

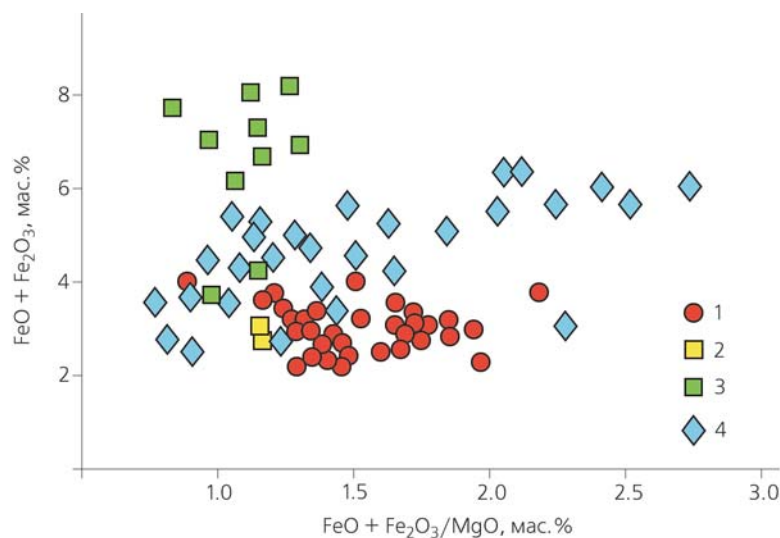


Диаграмма $(\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3) - (\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3) / \text{MgO}$ для вулканитов свиты рухдзуар и Казбека. Условные обозначения те же, что на предыдущем рисунке.

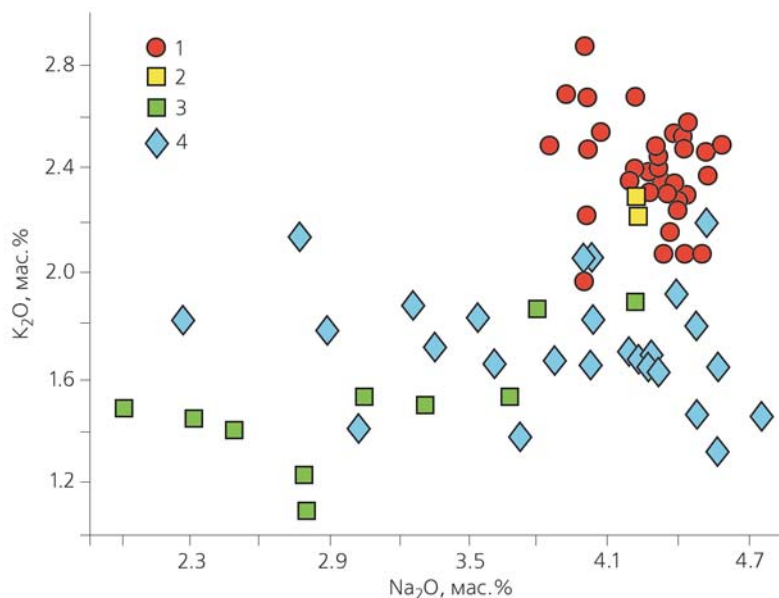


Диаграмма $\text{K}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{O}$ для вулканитов свиты рухдзуар и Казбека. Условные обозначения те же, что на предыдущих рисунках.

Оказалось, что вулканиты из валунов района Синего камня принадлежат к совсем другой группе пород. Они обладают высокой корреляционной связью TiO_2 , P_2O_5 , FeO , MgO , CaO и Fe_2O_3 . В базальтах и андезитах также устанавливается высокая корреляционная связь между SiO_2 , MgO и CaO , что говорит

о существовании первичных пироксенов. В вулканитах широко проявлены вторичные изменения с образованием альбита, эпидота, лейкоксена. В то же время часть валунов из этого района сложена дацитами, петрохимически идентичными дацитам из других участков свиты рухдзуар.

Очевидно, мы имеем дело с тремя совершенно различными группами вулканических пород, образовавшимися из разных магматических очагов. Базальты и андезиты близ Синего камня имеют наибольшее сходство с вулканитами раннесреднеюрского возраста Большого Кавказа (циклаурская свита). Скорее всего они были перенесены на расстояния в сотни километров мощными грязекаменными потоками.

Исчезнувшие вулканы

Вернемся к вопросу, поставленному в начале статьи. Откуда взялась огромная масса вулканического материала свиты рухдзуар? Возможны несколько вариантов ответа: на месте современного Казбека в позднем плиоцене мог существовать другой вулкан, ныне полностью уничтоженный эрозией. Либо здесь располагались какие-то другие вулканы, протягивавшиеся к западу до р.Черек. Сейчас от них тоже ничего не осталось. Они разрушились, а славший их материал за короткое время был снесен в предгорный прогиб.

Но где именно находились вулканы, которые дали столь большое количество пород? Судя по тому, что весь материал скапливался в прогибе, расположенном на севере, вулканы не могли сформироваться южнее геологического Главного хребта Большого Кавказа. Значительное количество пемзы в слоях свиты рухдзуар и отсутствие следов лавовых потоков говорят об эксплозивном характере извержений. Если бы они сопровождалась излиянием лав, то их остатки обязательно бы сохранились, как мы это наблюдаем на Казбеке. Наиболее древние лавы (скорее всего позднего плиоцена или раннего плейстоцена) сохранились там на высотах около 3800–4000 м, у ледника Цдо. Эксплозивные извержения порождали не только

массу вулканических бомб, обломков, пемзы, туфов и пеплов, но и не создавали крупных вулканических конусов. Существовавшие в то время полупокровные ледники таяли и образовывали мощные грязекаменные потоки, устремлявшиеся к северу и выносившие рыхлый вулканический материал на равнину. Именно поэтому мы не видим верхнеплиоценовых вулканов на Главном хребте. Все они очень быстро исчезли после прекращения извержений. Кавказский хребет энергично вздымался, а вулканические взрывы происходили в условиях оледенения. Таявшие ледники разносили материал бурными селевыми потоками. Обломочный вулканический материал, характеризующийся одинаковыми петрохимическими свойствами, обнаружен в долинах Терека, Фиэгдона, Гизельдона, Ардона и других рек. Полоса взрывных

центров занимала несколько десятков километров и явно была связана с единым магматическим очагом. Возможно, в это время действовал и какой-то прото-Казбек.

Как мы говорили, наибольшая мощность свиты рухдзуар зафиксирована в Осетинской впадине и частично прослеживается в Кабардинской. Образование глубокой впадины типа «pull-apport» (бассейна при-сдвигового растяжения) в Терско-Каспийском передовом прогибе может быть связано с правыми и левыми позднеплиоценовыми сдвигами, возникновение которых обусловлено общим движением по крупной Аграхан-Тбилиско-Левантинской левосдвиговой зоне, вызвавшей в свою очередь перемещение блоков. Вполне вероятно, что именно такие подвижки и спровоцировали формирование очага в верхней коре, по-

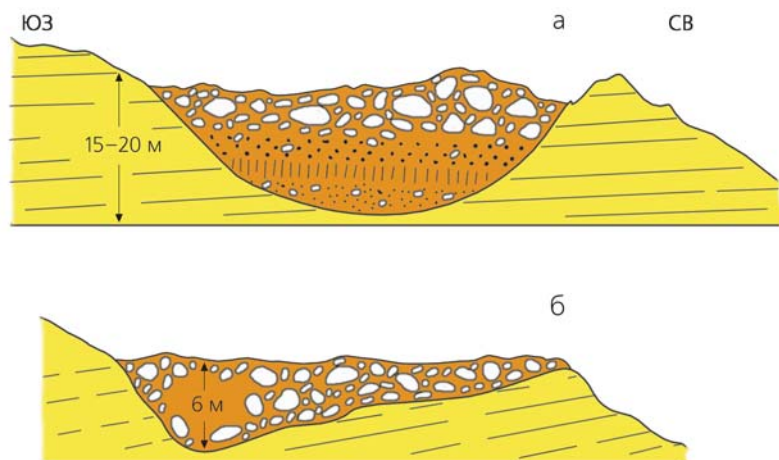
ставлявшего кислую магму. После прекращения интенсивной декомпрессии по разрывам он быстро прекратил свое существование и в плейстоцене остался только в виде магматического очага собственно Казбека и его сателлитов.

Гигантский взрыв Казбека в позднем плейстоцене

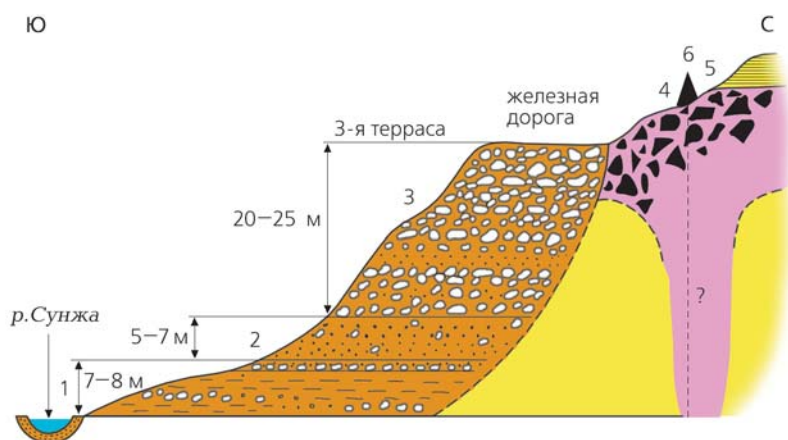
Современный Казбек, сахарную голову которого знают все туристы, проезжавшие по Военно-Грузинской дороге, обладает довольно странной структурой. Вершинный конус вулкана, покрытый маломощным льдом, представляет собой экструзивный (выжатый) купол из вязких лав, сформировавшийся во второй половине позднего плейстоцена. Он насажен на несколько мощных застывших ла-



Космический снимок района вулкана Казбека. Видны южный и западный края древней кальдеры. Экструзивный конус современного Казбека — в центре кальдеры.



Врез старого русла р.Сунжи в коренные породы мезотического яруса у с.Барсуки (а) и на подъеме шоссе к г.Назрань (б). Показана толща грубого валунника и галечника, состоящая только из андезитов и андезидацитов (редантская толща).



Строение 3-й террасы р.Сунжи у с.Алхан-Юрт вблизи Грозного. 1 — бурые суглинки с мелкими гальками андезитов и андезидацитов; 2 — тонкие вулканические пески с пемзовыми «орешками»; 3 — толща, состоящая на 80—95% из андезитовых и андезидацитовых галек и валунов (редантская толща); 4 — черная плотная лавобрекчия: остроугольные глыбы андезитов сцементированы такими же вулканитами; 5 — серые, слабо-сцементированные глинистые песчаники; 6 — скважина на Андреевской площади, углубившаяся в лавобрекцию более чем на 100 м.

вовых потоков, которые прослеживаются по древней долине р.Чхери и далее по Тереку. Но эти потоки не имеют истока, т.е. вулкана, их породившего. На южной стороне Казбека находится глубокий провал, пересекающий конус пополам. Образование его скорее всего свя-

зано со взрывом, разрушившим часть экструзивного купола. Небольшое оседание есть и на восточном склоне массива. К югу от современной постройки вулкана, на высотах около 3.5 км, видны (особенно с самолета) плохо сохранившиеся полукруглые остатки обширной

древней кальдеры, внутри которой и вырос нынешний конус Казбека. Если мысленно продолжить склоны кальдеры вверх, то получится высокий вулкан. Когда же он исчез, и где породы, его слагавшие?

Ответ дает изучение аллювия молодых террас Терека. Вдоль его долины, начиная от г.Казбеги и ниже по течению, вплоть до Владикавказа, хорошо прослеживается ряд позднеплейстоценовых террас [1]. Наиболее высокая среди них, названная редантской (ее лучший разрез наблюдается вблизи с.Редант), сложена валунами размером до 2—3 м в диаметре. Они сцементированы галечным материалом. Валуны и гальки состоят (до 90%) из андезитов и андезидацитов, петрохимически идентичных лавам Казбека. По своим структурно-текстурным особенностям редантская толща представляет собой отложения типичных лахаров — селевых потоков, связанных с взрывными извержениями в условиях оледенения. Мощные грязекаменные потоки неслись сначала по долине пра-Чхери, а затем и Терека.

Любопытно, что у Владикавказа селевые потоки текли не вдоль современного русла Терека, а отклонялись к востоку и, пересекая район нынешнего Назрановского поднятия, вливались в русло р.Сунжи. Лахаровые потоки продвигались по долине Сунжи далеко к востоку, до места слияния ее с долиной Терека, т.е. более чем на 200 км от Казбека.

Мы изучали лахаровые отложения в верхнеплейстоценовых террасах от с.Барсуки, на границе Чечни и Ингушетии, до Грозного. Подобные слои на левом берегу Сунжи в свое время были приняты за породы самостоятельного молодого вулканического центра [1].

Редантская лахаровая толща, по-видимому, полностью заполнила долины Терека и Сунжи, но вскоре до основания оказалась прорезанной реками.

Взрыв Казбека, уничтоживший ранне- и среднелайстоценовый конус сопровождался образованием небольших эксплозивных центров в устье современной р.Чхери и в долине Терека. Сила извержения и мощность грязекаменных потоков была большая. Валыны диаметром до 1—1.5 м разносились на расстояние свыше 200 км. Иными словами, в начале позднего плейстоцена вулканическая эксплозивная деятельность Казбека достигла наивысшего пика.

Только после взрыва стали изливаться чхерские потоки лав, длина которых достигала 15—20 км. Разрез этих потоков, заполнивших древние русла Терека, прекрасно виден у сел Цдо и Гвилети, ниже Казбеги. Лавы обладают столбчатой отдельностью, подчеркивающей древние склоны долин Терека.

Эволюция Казбекского вулканического района

В позднем плейстоцене происходили мощные эксплозивные извержения кислой магмы, приуроченные к субширотной зоне Главного хребта. Крупные вулканические конусы при таких извержениях не образовывались, и выбрасываемый материал быстро сносился водными потоками в прогибающуюся впадину. В дальнейшем магматический очаг, сформированный в результате декомпрессии в верхней коре, прекратил свое существование. Только в восточ-

ной части продолжалось извержение Казбека.

В позднелиоценовое, раннелайстоценовое и среднелайстоценовое время излияния андезитов и андезидацитов сформировали вулканический конус, с отходящими от него лавовыми потоками, сейчас располагающимися на водоразделах или на остатках днищ древних речных долин.

В начале позднего плейстоцена вдоль долины Терека возник ряд эксплозивных центров, один из которых был в устье современной р.Чхери. Затем последовали излияния довольно протяженных лавовых потоков. Три потока спустились по долине Чхери и повернули к северу в долину Терека. Вулкан еще больше увеличился в размерах. После этого последовал мощнейший взрыв (или взрывы), уничтоживший конус вулкана. Образовалась взрывная кальдера, края которой сейчас сохранились лишь на юге. Огромное количество материала, слагавшего вулкан, оказалось вынесенным селевыми потоками (лахарями) в долину Терека и прасунжи.

Затем в центре взрывной кальдеры вырос современный экструзивный конус Казбека, а вокруг него образовались небольшие голоценовые лавовые потоки с прекрасно сохранившейся глыбовой поверхностью и морфологией боковых и напорных валов, связанные с самостоятельными центрами извержений. Последние излияния таких потоков (например,

у с.Сиони) происходили 2—3 тыс. лет назад.

Таким образом, Казбек, каким мы его привыкли видеть со стороны Военно-Грузинской дороги, — вулкан молодой. Следы вулканической деятельности, происходившей всего несколько тысяч лет назад, наблюдаются именно вокруг современного Казбека. Сюда же следует отнести и многочисленные выходы минеральных вод в окрестностях вулкана, в том числе горячих сероводородных Кармадонских источников на северных склонах Казбека.

Одной из причин схода 20 сентября 2002 г. ледниковой лавины, на наш взгляд, могло быть подтаивание льда снизу под воздействием этих источников. Несмотря на то что ледник Колка имел небольшой уклон, всего 7—9°, он с огромной скоростью полностью ушел из своего вместилища, ободрав на своем пути склоны долины до высоты 450 м. Это могло произойти еще из-за скопления под ледником достаточно большой массы воды [2]. После схода ледника в тыловой части ложа, вблизи места отрыва, наблюдалось облако пара и газа с сильным запахом сероводорода [3]. Все это свидетельствует о том, что Казбек (возможно, как и Эльбрус) — вулкан все еще действующий, находящийся в состоянии покоя, но окончательно не потухший. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 03-05-64368.

Литература

1. Милановский Е.Е., Смирнова М.Н., Яковлева Т.В. // Вестн. МГУ. Сер. Геология. 1968. №4. С.16—23.
2. Осокин Н.И. Ледниковая катастрофа в Осетии // <http://geo.1september.ru/2002/43/03/htm>
3. Муравьев Я.Д., Никитин М.Ю., Галушкин И.В. Сообщение о результатах обследования территории катастрофического схода ледово-каменного потока по р.Геналдон РСО-Алания 20 сентября 2002 г. М., 2002.

Зарайская палеолитическая стоянка — памятник исключительной значимости

Вести из экзотической

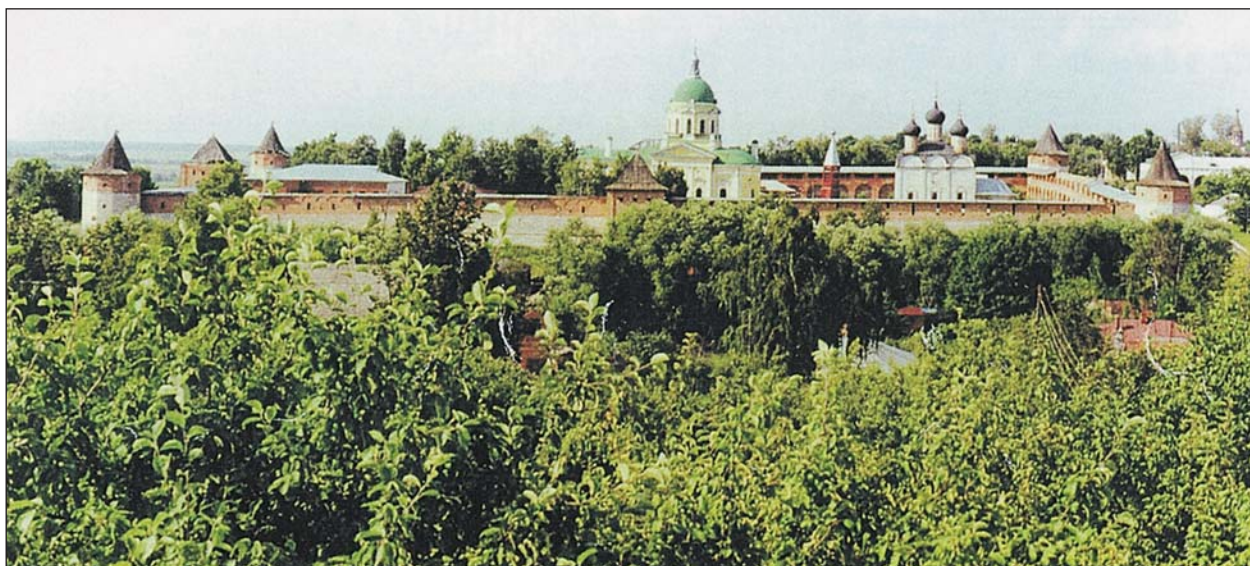
Член-корреспондент РАН Х.А.Амирханов,
доктор исторических наук
С.Ю.Лев,
кандидат исторических наук
Институт археологии РАН
Москва

Уже несколько лет стоянка людей древнекаменного века, открытая в г.Зарайске, привлекает все возрастающее внимание специалистов, да и просто любителей древности. Археологи признают за этим памятником, свидетельствующим о первом появлении человека на территории современной Московской обл., выдающуюся научную значимость.

© Х.А.Амирханов, С.Ю.Лев

Находится стоянка в исторической части современного Зарайска, который расположен на высоком берегу р.Осетр, правом притоке Оки. Известно, что в XVI в. стоянка частично была разрушена во время строительства стен Зарайского кремля и проездной Никольской башни, возведенных по приказу Василия III. В непосредственной близости от этой башни и ведутся раскопки. Толчком для целенаправленных исследований по-

служил кремневый материал, который был обнаружен на разрушавшемся склоне оврага у северной стены кремля главным хранителем Зарайского городского музея Л.И.Максимовой. По определению Максимовой, обнажившийся участок культурного слоя содержит изделия первобытного человека. В 1980 г. эти материалы были переданы археологу А.В.Трусову, который тогда же заложил шурф и действительно выявил на террито-



Зарайский кремль. На его территории более 20 тыс. лет назад существовало поселение охотников на мамонта. Здесь и далее фото авторов

рии Зарайска стоянку палеолитического времени. В дальнейшем он проводил раскопки в 80-х годах, затем продолжил их в 1994 г., а с 1995 г. непрерывные исследования здесь ведет Зарайская археологическая экспедиция Института археологии РАН под руководством профессора Х.А.Амирханова. Хотя 90-е годы были непростым этапом для организации и осуществления работ, все же к настоящему времени удалось раскопать и проверить шурфами в центральной и периферийных частях стоянки 265 м², что, как мы предполагаем, составляет весьма скромную долю общей площади древнего поселения, существовавшего на протяжении тысячелетий. Полученные радиоуглеродные даты находятся в диапазоне от 22 тыс. до 17 тыс. лет назад.

Каждый год приносит новые интересные данные, существенно дополняющие наши представления о жизни древних обитателей этой стоянки. По каменному инвентарю, характеру объектов культурного слоя (разнотипные ямы и очаги), а также особенностям структуры и планировки жилищно-хозяйственных комплексов (в той части, которая нам известна) Зарайский памятник наиболее близок памятникам костенковской культуры. Найденные костяные орудия и украшения (ожерелье из зубов песца и волка), а также приемы орнаментального декорирования изделий из кости (прекрасно сохранилась гравировка в виде сетки, косоугольного креста) дополняют сходство этих культур.

На стоянке в изобилии встречаются крупные кости и бивни мамонта. Древние обитатели этого поселения активно использовали их для своих нужд. В условиях сурового климата приледниковой зоны явно не хватало древесного топлива — на стоянке найдено несколько крупных очагов, доверху заполненных костным углем. Кроме того, большие кости



Проездная Никольская башня, где начинались раскопки.

и бивни использовались в качестве перекрытий кровли полуземлянок — углубленных жилищ, известных на однокультурных Зарайску памятниках. Кости служили также сырьем для изготовления орудий труда и охоты — нами обнаружены крупные мотыги из бивня мамонта, наконечники и другие изделия. По мнению палеонтологов, на сегодняшний день нет очевидных свидетельств специализации охоты на мамонта у обитателей стоянки. Но в то же время нет и доказательств того, что кости были собраны на их естественном местонахождении и затем принесены к жилью. Да и сама стоянка, исходя из местных геоморфологических условий, могла располагаться рядом с естественным кладбищем мамонтов, что, впрочем, вовсе не исключает охоты на них.

В ряду открытий поистине сенсационным событием стала находка скульптурки бизона, вырезанной из бивня мамонта. Это — первое художественное произведение, обнаруженное нами в культурном слое Зарайского памятника и теперь занявшее почетное место среди мировых произведений древнего

искусства. В сравнении с известными образцами палеолитической скульптуры Восточной и Центральной Европы зарайский бизон отличается необычайно редкой выразительностью. Сам объект изображения, мастерство исполнения, художественные и стилистические черты, отчасти размер и, что не менее важно, особенности захоронения скульптурки — все это делает ее явлением в своем роде уникальным. Вопросы, возникающие в связи с этой находкой, лежат в историко-искусствоведческой, историко-реконструктивной и собственно археологической плоскостях.

Статуэтка бизона связана с первым уровнем обитания стоянки — возраст примерно 22 тыс. лет. Интересно место ее обнаружения. Это яма (№71), которая по своему типу относится к обычным для памятников костенковской культуры ямам-хранилищам с круглыми в плане очертаниями. Ее глубина — 60 см; диаметр по верхнему краю — 70 см, по дну — 90 см. К придонной части она неравномерно расширяется. На некоторых участках это расширение выражено в виде невысокого (до



Фрагмент скульптурки бизона, вырезанной из кости мамонта (общая длина 16.4 см, высота 10.4 см, максимальная толщина — в средней части живота — 3 см). Зарайская палеолитическая стоянка.

11 см от поверхности дна) и достаточно глубокого (до 16 см) подбоя. Имеется в яме и весьма характерная конструктивная деталь, насколько нам известно, не отмечавшаяся раньше в памятниках костяковской культуры. Речь идет об уступе высотой 8 см, который находился на округлом дне в виде сектора. Существенно, что это возвышение получено не насыпкой грунта, а специально оставлено в процессе углубления и окончательного оформления придонной части. Сложно возвышение светлым песком, формирующим стенки, естественная окраска песка на поверхности уступа не нарушена каким-либо антропогенным воздействием.

Этот уступ на дне ямы заслуживает столь подробного описания потому, что статуэтка бизона обнаружена непосредственно на его поверхности почти в центральной части сектора. Она была помещена горизонтально на правом боку головой на запад; при этом больше чем наполовину покоилась в глубине подбоя. Непосредственно под шеей бизона лежал обломок трубчатой кости мел-

кого животного (песца, зайца или какого-то другого) с кольцевыми следами поперечного расчленения.

Скульптурных изображений бизона в палеолите Европы известно немного. В Восточной Европе, помимо Зарайска, они имеются лишь на двух стоянках. Это прежде всего Костенки 4, откуда происходят четыре мергелевые скульптурки бизона, и стоянка Косоуцы в долине Днестра, где найдена тоже изготовленная из мергеля фигурка, с большой вероятностью, самки бизона. В стилистическом отношении отличие зарайской статуэтки от них весьма разительное.

Она удивительно сочетает в себе натуралистичность изображения бизона в целом со стилизацией отдельных деталей. Другая важная черта — включение орнамента в собственно скульптурное решение. Этот прием древний мастер искусно использует для трактовки тех черт, которые важны для передачи образа бизона (бороды, гривы), но не могли быть выполнены им средствами пластики.

Каждая деталь образа дополняет остальные, и ни одна из

них не акцентируется. Анатомические пропорции выдержаны правильно, поза стоящего животного естественна. Впрочем, говорить о полном отсутствии какого бы то ни было обобщения неверно: в условной манере показаны хвост, вымя; не детализованы копыта; не передается волосяной покров на туловище, при том что выделены челка, грива и борода. Наиболее примечательная особенность — раздельное изображение ног: для одновременных с зарайской находкой палеолитических скульптур характерны «сросшиеся» ноги; неуверенные попытки показать их разделенными делались и раньше, но каждая отдельная нога сохраняла «тумбообразность». В этом смысле зарайский бизон отражает несопоставимо большее художественное совершенство по сравнению со скульптурами малых форм из ориньякских пещер Фогельхерд и наиболее показательной в этом смысле статуэткой бизона из пещеры Гайсенк-лоштерле (около 30 тыс. лет назад) на юго-западе Германии.

Следуя разработкам, основанным на материалах палеолитического искусства Западной Европы, зарайское скульптурное произведение можно без оговорок относить ко второй, солютрейско-мадленской, стадии развития палеолитической культуры (по А.Брейлю) или к первому этапу четвертого, классического, стиля (по А.Леруа-Гурану). Если же основываться на аналогичной схеме, разработанной применительно к палеолитическому искусству для Центральной и Восточной Европы, то столь же уверенно можно говорить о стадии натуралистического искусства эпиграветта Восточной Европы. Какой бы из этих классификаций мы ни придерживались, зарайская статуэтка оказывается на несколько тысячелетий древнее времени, когда получает широкое распространение художественный стиль, к которому она относится.



Статуэтки бизонов из пещер Фогельхерд (слева) и Гайсенклоштерле.

О смысле и назначении скульптурки позволяют судить характер ее поверхности и условия залегания. На левой стороне, в области груди, видны следы многочисленных ударов, нанесенных массивным острым предметом. С правой стороны грудь окрашена красной охрой. Ясно, что делалось это не с целью украшения. В таком виде фигурку уложили на специальное возвышение над дном ямы и закопали. На наш взгляд, указанные манипуляции служат редким по своей убедительности свидетельством некоей ритуально-магической церемонии. Вероятно, это отражение какого-то отрезка охотничьего обряда, который, с одной стороны, включал нанесение статуэтке повреждений (о чем говорят «раны» на левой стороне груди и «истекание кровью» на правой), а с другой — заботливое «погребение», с целью умиловать животное. Смысл ритуала — облегчить овладение охотничьей добычей. Отсюда можно

заключить, что скульптурка рассматривалась как «заместитель» того реального зверя, на которого осуществлялась охота, и уже в момент изготовления предназначалась для одноразового использования в магическом обряде. Разумеется, нам не удастся восстановить охотничий обряд не только в деталях, но и в обобщенном виде. Вероятно, следует говорить лишь о сходстве его сути и структуры с аналогичными ритуалами, известными у охотников на бизона позднейшего исторического времени. Здесь мы имеем дело с тем редким случаем, когда на археологическом примере можно хотя бы частично реконструировать культовую, обрядовую, а не только материальную сторону жизни древних обитателей стоянки.

Указанные выше смысл и назначение статуэтки не могли не отразиться на знаковой и эстетической сторонах изображения. Так, действия, направленные по существу на уничтоже-

ние зверя, ни в малейшей степени не отразились на стремлении мастера придать своему изделию максимально возможное совершенство. В качестве критерия успешности своей работы художник избрал «похожесть» и «красивость». Стало быть, эстетическая составляющая имеет здесь относительно самостоятельную значимость. Можно с определенностью утверждать, что в художественном восприятии древних обитателей стоянки она проявлялась и без обязательного переплетения с символической стороной изображения.

Художественная форма и эстетическая норма, отразившиеся в зарайской статуэтке, в решающей степени обусловлены особенностями конкретной хозяйственной практики древних обитателей стоянки, одним из важных элементов которой, судя по обнаруженным в культурных отложениях фаунистическим остаткам, действительно являлась охота на бизона. ■

Куда направлены спиральные рукава галактик?

В.Г.Сурдин,

кандидат физико-математических наук

*Государственный астрономический институт им.П.К.Штернберга (МГУ)
Москва*

Многие годы спиральная галактика NGC 4622, повернутая к нам почти плоскостью, считалась эталонной для подобного рода звездных систем. В 1982 г. известный англо-американский астроном Маргарет Бербидж описала ее как «бесподобно симметричную» галактику, а крупный американский астрофизик Фрэнк Шу при разработке своей теории спиральных галактик приводил в пример именно NGC 4622 за ее «изумительную спиральную картину, состоящую из двух отстающих спиральных рукавов». Действительно, у этой галактики хорошо видны два симметричных спиральных рукава, которые, удаляясь от центра системы, закручиваются по часовой стрелке. Но опережают они вращение галактики или отстают от него (что принципиально для теории спиральной структуры), можно решить, лишь зная направление вращения галактического диска.

Задача эта не из простых. Изучив оптические спектры разных частей галактики, измерив в них голубое и красное смещение линий, нетрудно по эффекту Доплера определить, какая область диска приближается к нам, а какая — удаляется. Однако чтобы понять, закручи-



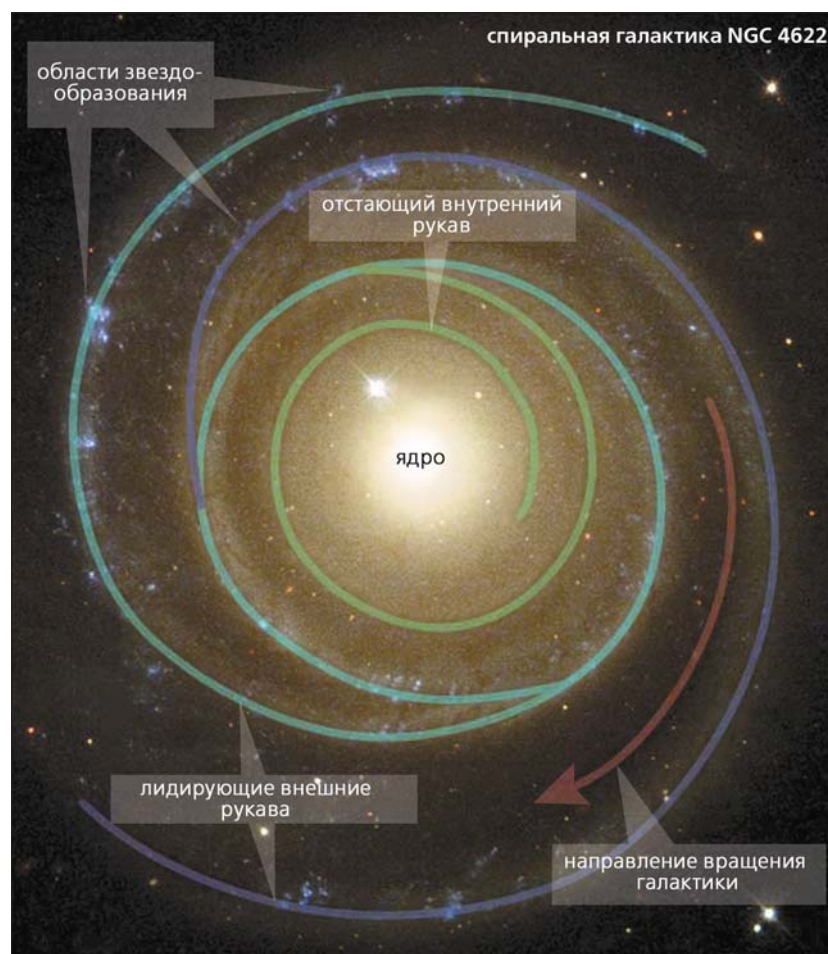
Спиральная галактика NGC 4622.

Фото космического телескопа «Хаббл»

ваются спиральные ветви или раскручиваются, нужно еще знать, которая часть диска галактики лежит ближе к нам. В принципе сделать такой выбор можно по внешнему виду галактики — скрупулезное его изучение помогает установить, как расположены темные пылевые облака, заслоняющие более далекие звезды. Для галактик, повернутых к нам почти ребром, эта задача решается без труда. Но поскольку диск NGC 4622 мы видим почти «анфас», для надежного определения его вращения требуются большие усилия. И астрономы до поры до времени не предпринимали их, уверенные, что столь совершенная система непременно должна вращаться в соответствии с общепринятой теорией — против часовой стрелки, демонстрируя нам закручивающиеся (отстающие) рукава.

Первый звонок прозвучал в 1989 г., когда астроном из Алабамского университета (США) Джин Берд заметил, что кроме двух внешних спиральных рукавов у галактики NGC 4622 есть менее заметный одиночный внутренний рукав, закрученный в противоположном направлении: удаляясь от ядра галактики, он обходит его против часовой стрелки. Внешние рукава в изобилии содержат яркие газовые туманности, поэтому они хорошо видны; внутренний же рукав состоит исключительно из звезд и выглядит не очень контрастным. Открытие Берда сразу перевело галактику NGC 4622 из разряда эталонных в разряд уникальных, поскольку две системы спиральных рукавов в одной галактике, закрученных в противоположных направлениях, — явление крайне редкое. С новой силой разгорелся старый спор.

Дело в том, что среди астрономов спор о направленности спиральных рукавов галактик идет уже более полувека, порою напоминая классический спор остроконечников с тупоконечниками. Крупнейший авторитет



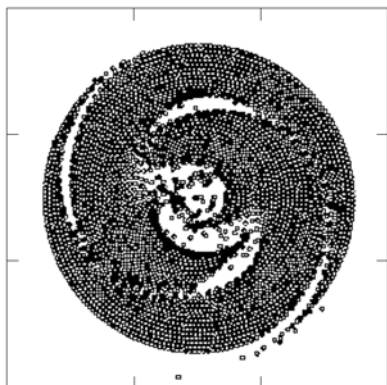
Строение галактики.

в области галактической динамики шведский астроном Бертиль Линдبلاد (1895—1965) заключил в 1941 г., что спиральные рукава лидируют в полете, т.е. тянутся от ядра в направлении вращения диска. Однако в 1943 г. не менее известный американский астроном Эдвин Хаббл (1889—1953) привел аргументы, свидетельствующие, что рукава отстают или, как тогда говорили, «волочатся» за вращающимся диском.

В 1958 г. выдающийся специалист по внегалактической астрономии, англо-австрало-американский исследователь Жерар де Вокулер (1918—1995), казалось, поставил точку в данном вопросе: все изученные им галактики имели отстающие

спиральные рукава. В целом это устроило и теоретиков, построивших волновые модели таких рукавов. Но позже дискуссия возобновилась, поскольку были найдены «подозрительные объекты» [1]. А обнаружение у галактики NGC 4622 двух систем спиральных ветвей, закрученных в разные стороны, окончательно обнажило проблему: куда бы ни вращался галактический диск, одна из спиралей будет отстающей, другая — лидирующей.

Пытаясь объяснить этот феномен, Берд с коллегами в 1993 г. построил компьютерную модель спиральной галактики, сквозь которую, в плоскости ее диска, пролетает другая небольшая звездная система.



Вид модели галактики NGC 4622 через 390 млн лет после пролета ее небольшой соседки вдоль галактической плоскости.

Удалось так подобрать параметры модели, что у основной галактики после встречи с соседкой возникали внешний спиральный узор с отстающими рукавами и один внутренний лидирующий рукав. На фото рядом с NGC 4622 был даже обнаружен «подозреваемый» — маленькая галактика, которая недавно могла пролететь сквозь свою крупную соседку. Казалось, проблема решена. Но хорошую теорию, как всегда, «испортили» новые наблюдения. Их необходимо было провести, поскольку модель Берда предсказывала, что диск галактики NGC 4622 должен вращаться против часовой стрелки. Проверить это было нелегко; к счастью, в конце 90-х появилась возможность детально изучить эту галактику с помощью нового оборудования, установленного на космическом телескопе «Хаббл» (НАСА).

Анализ детальных космических снимков и спектров, изме-

ренных с Земли, дал ошеломляющий результат: вопреки теоретическому прогнозу галактика вращается не против, а по часовой стрелке! Ее внешние спиральные рукава — это лидирующая спираль, а не отстающая! А как же теория? Очевидно, что-то не было учтено. При математическом моделировании распределение массы в диске галактики предполагалось обычным, как у большинства нормальных галактик. При таком строении линейная скорость вращения всех частей диска почти не зависит от их расстояния до центра галактики, а угловая скорость, естественно, уменьшается с удалением от центра. Собственно, в этом и состоит основная причина появления отстающих спиральных рукавов. Но может быть, именно предположение о строении диска NGC 4622 было ошибочным? Решили проверить.

Измерить скорость вращения галактики удается лишь в тех местах ее диска, где есть газ: в спектре ярких туманностей видны четкие линии. В центральной области NGC 4622, где располагается одиночный отстающий рукав, газа мало, поэтому астрономам удалось лишь с некоторой долей уверенности определить, что скорость вращения диска в этой области почти постоянна, а значит, угловая скорость уменьшается с удалением от ядра. Зато в области лидирующих внешних рукавов много ярких облаков газа, спектры которых позволили надежно измерить скорость вращения диска. Оказалось, что здесь скорость вращения резко растет к наружным областям — очень

редкая особенность именно этой галактики — так резко, что с удалением от ядра возрастает даже угловая скорость! Рассчитанная с учетом этого математическая модель пролета соседки сквозь диск NGC 4622 отлично соответствует наблюдениям [2]: через некоторое время после пролета под действием гравитационного возмущения в ней возникли две внешние лидирующие и одна внутренняя отстающая спирали*.

Но радоваться рано. Хотя теорию удалось согласовать с наблюдениями, проблемы остались. Во-первых, настораживает довольно искусственный подбор модели, в которой лишь «точный выстрел» маленькой галактикой обеспечивает рождение наблюдаемой спиральной структуры в крупной системе. Для одной-единственной галактики с трудом, но можно принять уникальную модель. Но буквально недавно Берд с коллегами обнаружил еще одну звездную систему (ESO297-27) с двумя противоположно закрученными спиральными узорами. Так что об уникальности уже говорить не приходится.

А во-вторых, требуется понять природу вещества, сосредоточенного на периферии диска NGC 4622 и обеспечивающего резкое увеличение скорости вращения. Чтобы удержать внешнюю часть диска от разлета, вещества этого должно быть очень много, но его не видно. Опять загадочная невидимая масса, все чаще заявляющая о себе в астрономии! Пора бы уже раскрыть ее секрет. ■

* Подробную презентацию доклада на эту тему можно найти на сайте Рональда Бюта (<http://bama.ua.edu/~rbuta/ngc4622/>).

Литература

1. Пауа И.И. // Историко-астрономические исследования. 2002. Вып.27. С.102—156.
2. Byrd G., Freeman T., Buta R. // American Astronomical Society Meeting. 2002. V.201. №13—14.

Эпизоды из истории атомного проекта

Заметки архивиста

В.Д.Есаков

В середине 60-х годов в аспирантуре Института истории АН СССР мне была утверждена тема диссертации по истории науки. Тогда-то в Государственном архиве Октябрьской революции и социалистического строительства СССР (ныне Государственный архив Российской Федерации) среди материалов второй половины 30-х годов фонда Совнаркома СССР я увидел дело с документами о развитии ядерных исследований и строительстве циклотронов. В то время это была закрытая тема. Но с тех пор, над чем бы ни работал, отмечаю в своих записях встречающиеся материалы по истории взаимодействия ученых и власти (особенно когда это касается ядерно-физических вопросов) как важной составной части общей проблемы взаимоотношения науки и государства. И мне было приятно увидеть, что именно документами из того архивного дела открывается 1-я часть 1-го тома трехтомного издания «Атомный проект СССР» [1], осуществляемого Министерством по атомной энергии в соответствии с Указом Президента от 17 февраля 1995 г. №160 «О подготовке и издании официального сборника архивных документов по



Владимир Дмитриевич Есаков, доктор исторических наук, ведущий научный сотрудник Центра по изучению отечественной культуры Института российской истории РАН. Область научных интересов — история России XX в., история отечественной науки и культуры. Неоднократно публиковался в «Природе».

истории создания атомного оружия в СССР».

Прогноз Капицы

Естественно, что в наших государственных архивах сосредоточены материалы о положении преимущественно советской науки, так что официальный крен в моих представлениях очевиден и, надеюсь, понятен. Он закономерен для меня и как историка отечественной науки и культуры. В то же время он неотделим от оценки места нашей науки в развитии науки мировой.

Для начала остановлюсь на выступлении П.Л.Капицы на ан-

тифашистском митинге ученых в Москве, в Колонном зале, 12 октября 1941 г. Тогда впервые, пожалуй, не только в нашей стране, но и в мире, прозвучал — притом из уст выдающегося физика, — а затем и был опубликован прогноз, указывающий на возможность создания атомной бомбы уже в ходе войны. Напомню, что, говоря о взрывчатых веществах как об одном из основных орудий войны и возможности использования внутриатомной энергии, Капица сказал: «Теоретические подсчеты показывают, что если современная мощная бомба может, например, уничтожить целый квартал, то атомная бомба, даже небольшого размера, если

© В.Д.Есаков

она осуществима, могла бы уничтожить крупный столичный город с несколькими миллионами населения» [2].

Петр Леонидович стоял у истоков исследования проблем внутриатомной энергии, он был экспертом при создании первых советских циклотронов в Радиевом институте АН СССР и в Ленинградском Физико-техническом институте. Он гордился тем, что сделанные им теоретические подсчеты оправдались и в отношении осуществимости создания бомбы и в оценке ее мощности. Вместе с тем был очень огорчен, что его прогнозу в нашей стране не было уделено должного внимания. Нужно заметить, что выступление Капицы прозвучало в самые, пожалуй, критические дни войны, когда враг стоял у ворот Москвы.

П.Е.Рубинин в докладе на международном симпозиуме ИСАП-96 (опубликован в трудах симпозиума) останавливался на этом выступлении и приводил письмо Капицы Молотову от 11 декабря 1954 г. В нем Петр Леонидович сослался на статью в индийской газете, напомнившей о его предсказании, и заметил: «Пишу об этом, чтобы показать, что, хотя прошло 13 лет, но даже в далекой Индии еще не забыли о моем предсказании, а у нас не только его забыли, но и тогда не обратили на него должного внимания» [3].

В выступлении ученого в октябре 1941 г. содержался реальный прогноз, сделанный с учетом общего уровня развития мировой науки и техники и с пониманием того высокого уровня исследований, который к началу войны был достигнут в нашей стране. Капица постоянно размышлял о состоянии работ советских ученых, много писал и говорил об этом. Особенно пристально всматривался он в развитие науки после 1934 г., когда ему был запрещен выезд в Англию, а также во время опалы (когда он был лишен

всех должностей и жил под Москвой), т.е. со второй половины 40-х до начала 50-х годов. Он высказался по этому поводу после шести лет пребывания на Николиной горе, прочитав статьи Сталина по экономическим вопросам, где тот касался законов природы и их переделки. В письме Сталину от 30 июля 1952 г. с Николиной горы (это, кажется, было последнее письмо ученого Сталину) Капица так оценивал развитие физики в 30–40-е годы:

«Если взять два последних десятилетия, то оказывается, что принципиально новые направления в мировой технике, которые основываются на новых открытиях в физике, все развивались за рубежом и мы их перенимали уже после того, как они получили неоспоримое признание. Перечислю главные из них: коротковолновая техника (включая радар), телевидение, все виды реактивных двигателей в авиации, газовая турбина, атомная энергия, разделение изотопов, ускорители <...>. Но обиднее всего то, что основные идеи этих принципиально новых направлений в развитии техники часто зарождались у нас раньше, но успешно не развивались. Так как не находили себе признания и благоприятных условий».

Приведя в качестве наиболее яркого примера становление радарной техники и отметив, что почти то же самое происходило с реактивным двигателем и газовой турбиной, Капица писал:

«Мне вспоминается то исключительно малое внимание, которым у нас в Союзе, до войны, пользовалась ядерная физика. Сколько тогда времени и сил затратили Иоффе и Алиханов, чтобы построить первый у нас в Союзе циклотрон, и это тогда, когда в Америке их было уже несколько. Известно, что без циклотрона серьезные исследования в ядерной физике невозможны. Тогда опять же ошибочно оценивали эти работы, как

имеющие чисто академический интерес, непосредственно для переделки природы они казались ни к чему. Правда, мы теперь взяли за эту область и наверстываем потерянное время. Но насколько было бы лучше, если бы мы были ведущими в области ядерной физики и раньше других имели бы атомную бомбу. Я вполне допускаю, что наши ученые, работающие в ядерной физике, по своим творческим способностям и знаниям, если бы их не отвлекли и им смело помогали, могли бы решить проблему атомной бомбы вполне самостоятельно и раньше других» [4. Л.101–104. Копия].

Можно предположить, что не все из участников атомного проекта согласились бы присоединиться к этому выводу. Сам же Капица считал свои мысли верными и был, несомненно, огорчен тем, что на них не последовало никакого отклика. Он был готов повторить их и два года спустя. Уже после смерти Сталина Петр Леонидович переслал копию этого письма Н.С.Хрущеву, приложив ее к письму от 12 апреля 1954 г., в котором отмечал:

«Я не раз уже высказывался об отсутствии у нас условий для развития больших научно-технических проблем и большой науки. Я не раз писал об этом товарищу Сталину. Наиболее полно и тщательно я это сделал сравнительно недавно в письме к нему. Целый ряд ученых это письмо читали и советовали послать его Вам. Поскольку я убедился, что это письмо отражает взгляды довольно широкого круга ученых, то оно может быть полезно в ЦК при обсуждении вопросов, связанных с организацией нашей науки, поэтому я и решил послать копию этого письма Вам на Ваше усмотрение» [4. Л.96. Копия].

О своем предсказании осенью 1941 г. Капица напоминал и в письме новому Председателю Совета Министров СССР Г.М.Маленкову 22 июля 1953 г.:

«По-видимому, я был одним из первых ученых, который открыто выступил и указал на реальность использования атомной энергии для создания атомных бомб колоссальной разрушительной силы и указал на необходимость работать над этими вопросами. (Я имею в виду мое выступление в Колонном зале на антифашистском митинге 12 октября 1941 г.)» [5. С.299].

Полагаю, что документы, опубликованные в 1-м томе издания «Атомный проект СССР», подтверждают допущение Капицы, что отечественные ученые были способны самостоятельно решить проблему создания атомной бомбы. Весьма отрадно, что и само выступление Капицы на антифашистском митинге включено в состав этого издания.

О физике «академической» и «университетской»

В условиях войны, в 1944 г., несмотря на множество дел, Капица принял участие в попытке разрешения вопроса, который он всегда считал самым важным для ученого, — о подготовке научных кадров, научной смены. Ведущих физиков и математиков страны беспокоило положение, создавшееся на физическом факультете МГУ. В значительной по объему литературе, касающейся этой проблемы, высказывалось и такое мнение, что Петр Леонидович выполнял тогда функции организатора и координатора действий «академической» физики, направленных на оздоровление физики «университетской». Не останавливаясь на причинах и ходе возникшего конфликта, который неоднократно освещался, отмечу только те новые возможности, которые дало рассекречивание архивов и прежде всего фонда Молотова, курировавшего этот вопрос. После хорошо известного письма 14 академиков

председателю Всесоюзного комитета по делам высшей школы С.В. Кафтанову, приведшего к замене заведующего кафедрой теоретической физики А.А. Власова В.А. Фоком, и столь же часто упоминаемого письма Фока Капице о положении на физфаке МГУ академики направили заместителю Председателя Совета Народных Комиссаров СССР В.М. Молотову письмо от 11 июля 1944 г. [5. С.217—218].

Этот документ уже вошел в историографию науки как «письмо четырех академиков». Именно под таким названием оно упоминается в книге А.В. Андреева «Физики не шутят» и в приложении к ней [6. С.10, 280—281]. В действительности Молотов получил письмо не четырех, а шести академиков. Кранее подготовленному тексту были подпечатаны (на другой машинке) фамилии еще двух академиков — Л.И. Мандельштама и Н.Д. Папалекси, также поставивших свои подписи [7. Л.83—84. Подлинник. Машинописный текст. Подписи — автографы] Текст этого письма по копии, хранящейся в личном фонде Капицы в Институте физпроблем, воспроизведен и в книге «Атомный проект СССР», причем в комментарии к нему отмечено, что «подлинник при выявлении не обнаружен» [1. Ч.2. С.102—103].

К посланию шести академиков в материалах, сохранившихся в архиве Молотова, приложены письма еще двух академиков — С.И. Вавилова (автограф) и И.В. Курчатова (подлинник) от 13 июля 1944 г. [7. Л.87 и об.88]. Текст письма Курчатова приведен в книге «Атомный проект СССР», но как «проект письма И.В. Курчатова В.М. Молотову» [1. Ч.2. С.103].

Никакого отклика на письма академиков-физиков не последовало. Однако в аппарате правительства была подготовлена для Молотова подробная «Справка о научных разногласиях по вопросам физики», к которой были приложены и копии

извлечений из писем представителей физического факультета МГУ — А.С. Предводителя, В.Ф. Ноздрева, А.К. Тимирязева, Н.А. Зелинского и Н.С. Акулова [7. Л.46—53].

Обращает на себя внимание следующая особенность писем, направлявшихся в ЦК и правительство. Если академики, в большинстве своем беспартийные, направляли руководству страны коллективные письма как выражение общего мнения ученых, то партийные профессора и преподаватели МГУ посылали индивидуальные письма, чтобы их не обвинили в групповщине.

Я не буду анализировать составленную аппаратом справки и останавливаться на оценке отдельных ее положений. Отмечу только, что в заключении было предложено создать две комиссии, а не одну, как предлагали физики из Академии наук. В первую должны были войти нарком химической промышленности СССР М.Г. Первухин, председатель Всесоюзного комитета по делам высшей школы С.В. Кафтанов, академик-секретарь Президиума АН СССР Н.Г. Бруевич и С.Г. Суворов, заместитель заведующего Управления пропаганды и агитации ЦК ВКП(б), одновременно исполнявший обязанности заведующего Отделом науки.

Другая комиссия должна была состоять из представителей Академии наук и МГУ во главе с наркомом просвещения РСФСР академиком В.П. Потемкиным. Молотов же, по нашему мнению, не утвердил предложение о второй комиссии. Он понимал, что слишком непримиримы были позиции сторон, чтобы можно было надеяться на достижение ими какого бы то ни было компромисса.

Рассмотрение вопроса явно затягивалось. Капица, не получивший ответа на свои послания и ничего не знавший о судьбе обращений академиков в партийно-правительственные органы, терпел терпение и в на-

чале нового учебного года, 7 сентября 1944 г., пишет Молотову, упрекая его за молчание. Это письмо опубликовано [5. С.216—217].

Так совпало, что в тот же день, когда Капица писал письмо Молотову, ему же, как заместителю председателя правительства, были представлены результаты работы упоминавшейся выше комиссии, в статусе которой произошли существенные изменения. К рассмотрению вопроса о положении на физическом факультете МГУ подключился секретарь ЦК по идеологии А.С.Щербаков. Это привело к тому, что председателем комиссии вместо Первухина стал Кафтанов, она стала действовать как комиссия ЦК ВКП(б). Рассмотрение вопроса шло не в аппарате правительства, а в Управлении пропаганды и агитации ЦК ВКП(б). В сопроводительном письме к материалам, которые легли на стол Молотова, говорилось:

«По поручению секретарей ЦК ВКП(б) товарищей Маленкова Г.М. и Щербакова А.С. комиссия в составе тт. С.В.Кафтанова, М.Г.Первухина, Н.Г.Бруевича и С.Г.Суворова (Управление пропаганды) рассмотрела письма профессоров Московского университета.

Посылаем Вам копии составленных этой комиссией двух записок на имя т.т. Маленкова и Щербакова: “О недостатках научной работы в области физики и химии и мероприятиях по их устранению” и “О письмах профессоров Московского университета”.

С.Кафтанов

7/ IX 44 г. Сер.Суворов» [7. Л.91. Подлинник].

Молотов, ознакомившись с присланными материалами, убедился, что вопрос, волнующий Капицу и академиков-физиков, рассмотрен не как научно-педагогический, а как политико-идеологический, что обращения академиков-физиков комиссия не разбирала и в данной ситуации он лишен возможнос-

ти выступать в поддержку авторитета Академии наук. Поэтому в резолюции на письме Капицы он написал: «т.Кафтанов прошу проинформировать т.Капицу об этом деле и разъяснить, что дело это разбиралось в спец. комиссии и пр. 9.IX.44 г. В.Молотов» [7. Л.89. Автограф].

Капицу ознакомили с записками комиссии ЦК, которые затрагивали вопрос о положении на физическом факультете МГУ и преподавании там физики, но не решали его. Несмотря на это, значение записок несомненно. Комиссия осудила позицию профессоров и преподавателей физического факультета и сняла все политические обвинения, которые они выдвигали против критиковавших их академиков-физиков. Комиссия отмечала, что «непосредственным поводом для послышки заявлений в ЦК ВКП(б) послужила боязнь профессоров МГУ потерять руководящее положение на физическом и химическом факультетах МГУ, потерять авторитет среди студенчества, ввиду того, что некоторые крупные ученые Ак. наук выражают стремление заняться в Университете педагогической работой. Боязнь конкуренции и привела авторов заявлений к огульному охаиванию крупных ученых. Поэтому позиция авторов заявлений — профессоров МГУ — должна быть осуждена» [7. Л.90. Подлинник].

В связи с доступностью новых архивных материалов вопрос о положении на физфаке МГУ требует дальнейшего углубленного рассмотрения.

«Поправки сделаны рукой т.Сталина И.В.»

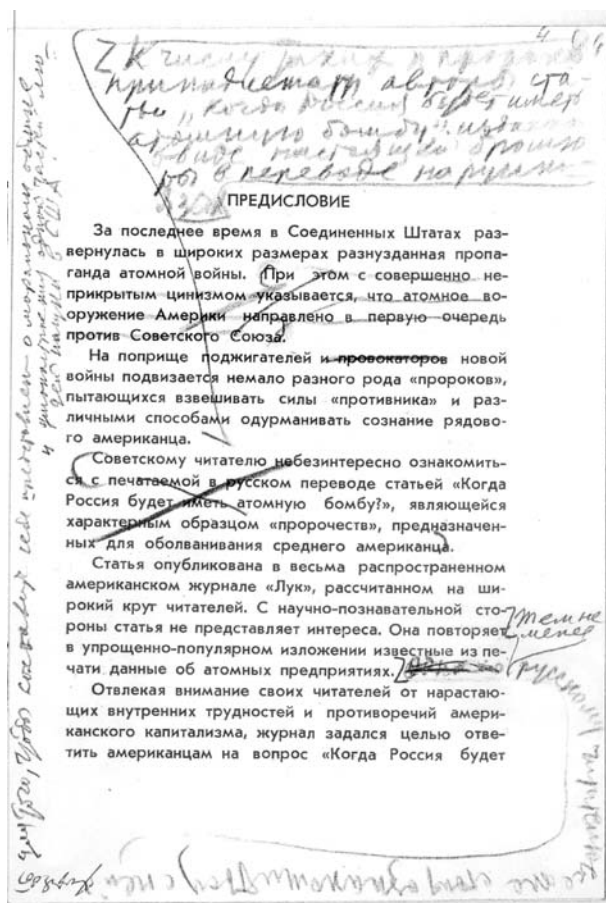
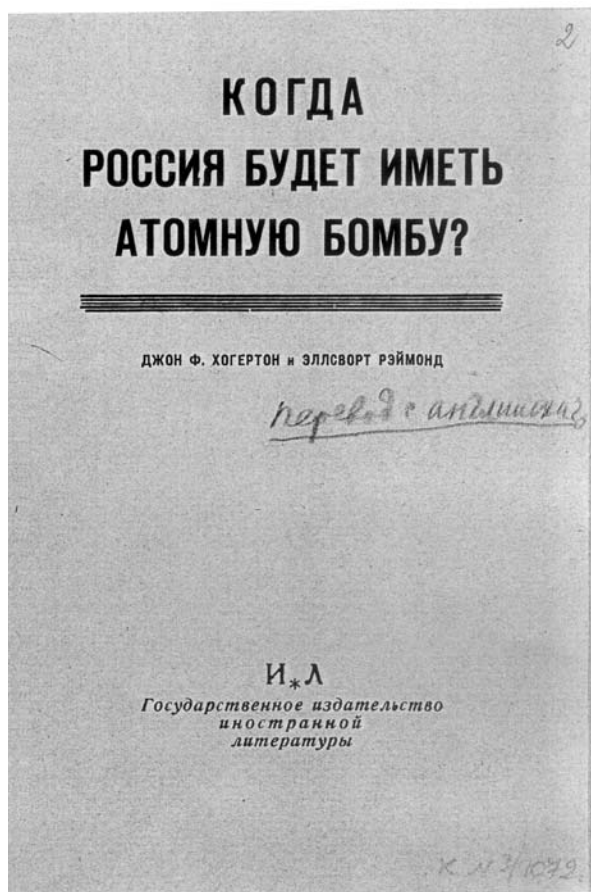
Во второй половине 40-х годов, в условиях монопольного владения американцами атомной бомбой и раздела мира на два лагеря, чрезвычайно актуальным был вопрос: «Когда русские будут иметь атомную бомбу?» Именно под таким названи-

ем в 1948 г. в Издательстве иностранной литературы была выпущена брошюра. Ее содержанием стала статья американского инженера-атомщика Дж.Хоргертона и Э.Реймонда, бывшего консультанта по экономике СССР военного ведомства США. Именно в этой статье был сформулирован широко известный прогноз о том, что Советский Союз создаст атомную бомбу не ранее 1954 г.

Я читал эту брошюру. Ответ на поставленный в ее названии вопрос был дан в 1949 г. Но в 1980 г. неожиданно для меня как для архивиста возник другой вопрос — об авторстве предисловия к брошюре. В тот год в издательстве «Наука» вышла книга А.И.Иойрыша, И.Д.Морохова и С.Н.Иванова «А-бомба» под редакцией академика Е.Н.Велихова. В книге упоминалось об этой брошюре и содержалось утверждение, что указание об ее издании исходило от Курчатова. Более того, далее отмечалось, что в предисловии, подготовленном самим Курчатовым, была дана отповедь американским авторам [8]. Но к этому времени я уже читал в работе И.Ф.Жежеруна (о строительстве и пуске в Советском Союзе первого атомного реактора) о том, что автором предисловия к брошюре был Сталин. Я был склонен разделять точку зрения Жежеруна, ибо за год до создания у нас атомной бомбы, когда результаты не был известен до самого момента ее испытаний, ни Сталин, ни тем более Берия не позволили бы Курчатову отвлекаться на публицистику.

Через 20 лет удалось разрешить этот вопрос после передачи в РГАСПИ очередной части фонда Сталина. Там есть и архивное дело с материалами по изданию этой брошюры.

Дело открывается небольшим письмом В.А.Махнева — бывшего секретаря Специального комитета при СНК СССР, который уже после смерти Сталина и ареста Берии переслал имевшиеся у него материалы



Титульный лист и первая страница брошюры Дж.Ф.Хогертона и Э.Рэймонда с карандашной правкой, сделанной рукой Сталина.

Д.Н.Суханову — секретарю Г.М.Маленкова, ставшего главой советского правительства. Махнев писал:

«Секретно
(Лично)

Тов. СУХАНОВУ Д.Н.

Пересылаю Вам экземпляр брошюры с поправками к предисловию.

Поправки сделаны рукой т. Сталина И.В.

Брошюра была передана мне для хранения быв. Председателем Специального Комитета.

Приложение: брошюра.

В.Махнев

25 августа 1953 г.» [9. Л.1. Подлинник].

Махнев был неточен в определении характера материала, который он переслал. Это еще не экземпляр брошюры, это первый и, наверное, единственный

экземпляр макета будущей брошюры. Макета, подготовленного по заданию Берии для Сталина.

Посмотрев на обложку, где сначала крупным шрифтом набрано название «КОГДА РОССИЯ БУДЕТ ИМЕТЬ АТОМНУЮ БОМБУ?», а чуть ниже более мелко расположены фамилии авторов, Сталин написал синим карандашом: *«Перевод с английского»*.

Брошюра открывалась текстом предисловия, занимавшим шесть страниц. Прочитав, Сталин отредактировал его. В начальном абзаце он сохранил первую фразу: «За последнее время в Соединенных Штатах развернулась в широких размерах разнузданная пропаганда атомной войны». Следующую фразу он снял, зачеркнув сначала синим, а затем и простым ка-

рандашом: «При этом с совершенно неприкрытым цинизмом указывается, что атомное вооружение Америки направлено в первую очередь против Советского Союза».

Второй абзац был в основном сохранен: «На поприще поджигателей и провокаторов новой войны подвизается немало разного рода пророков, пытающихся взвешивать силы «противника» и различными способами одурманивать сознание рядового американца». Сталин, зачеркнув слова «и провокаторов», приписал синим карандашом: *«К числу таких пророков»* принадлежат авторы статьи «Когда Россия будет иметь атомную бомбу», изданную в виде настоящей брошюры в переводе на русский язык».

Эта приписка Сталина сделана вместо зачеркнутого третьего абзаца, в котором говорилось: «Советскому читателю небезынтересно ознакомиться с печатаемой в русском переводе статьей «Когда Россия будет иметь атомную бомбу?», являющейся характерным образцом «пророчеств», предназначенных для оболванивания среднего американца».

Правка внесена и в следующий абзац: «Статья опубликована в весьма распространенном американском журнале «Лук», рассчитанном на широкий круг читателей. С научно-познавательной стороны статья не представляет интереса. Она повторяет в упрощенно-популярном изложении известные из печати данные об атомных предприятиях». К этим положениям Сталин приписал на полях синим карандашом: **«Однако русскому читателю все же следует ознакомиться с нею».** После некоторых раздумий Сталин, пользуясь уже простым карандашом, заменил «Однако» на **«Тем не менее»** и, поставив запятую, завершил начатую фразу: **«хотя бы для того, чтобы составить себе представление о моральном облике и умонастроении одной части людей науки в США».**

Всего Сталин два абзаца дополнил, три снял и внес редакционную правку еще в четырех местах.

Отредактированное Сталиным предисловие в изданной брошюре не имело подписи. В макете же она была, но тщательно заклеена. На просвет удалось разглядеть, что автором первоначального текста был М.Рубинштейн [9. Л.4—6об.].

Указы о награждении Берии

Не могу уклониться от постановки еще одной темы, как бы предупреждая вопрос о том, почему в подготовленном мной сборнике документов «Академия

наук в решениях Политбюро ЦК РКП(б)—ВКП(б). 1922—1952» нет материалов по академическим учреждениям, связанным с разработкой проблем атомной энергии, что так широко представлено в вышедших томах «Атомного проекта СССР». Это прежде всего связано с тем размежеванием, которое произошло в деятельности Совета Министров СССР и Политбюро ЦК. Как председатель правительства Сталин осуществлял непосредственное руководство деятельностью Специального комитета, Комитета по радиолокации, Комитета реактивной техники, Особого комитета и Валютного комитета. В Политбюро под его руководством решались вопросы МИДа, Министерства внешней торговли, Министерства государственной безопасности, Министерства вооруженных сил, вопросы денежного обращения. [10. Д.1063. Л.32].

В нашем сборнике документов есть только решение об утверждении представителя СССР в Комиссии по контролю над атомной энергией, ибо этот вопрос проходил через МИД. Им, как известно, стал А.А.Громыко, а экспертами при нем были утверждены член-корреспондент АН СССР Д.В.Скобелев и профессор П.С.Александров [11]. В связи с решениями Политбюро мне хотелось бы обратить внимание на то, что указы Верховного Совета от 29 октября 1949 г. о награждениях по итогам первого испытания атомной бомбы или, как тогда формулировалось, «за исключительные заслуги перед государством при выполнении специального задания» и «за успешное выполнение специального задания правительства» были одобрены постановлениями («особыми папками») Политбюро ЦК ВКП(б) — протокол №71, папки 564—568 [10. Д.1078. Л.100—101].

В этот день Политбюро ЦК приняло пять решений, а в 1-й части 2-го тома их опубликовано только три. Это указы о награждении Героев Социалисти-

ческого Труда Б.Л.Ванникова, Б.Г.Музрукова и Н.Л.Духова второй медалью «Серп и молот»; о присвоении звания Героя Социалистического Труда научным, инженерно-техническим и руководящим работникам научно-исследовательских, конструкторских организаций и промышленных предприятий (в списке 33 человека, и среди них И.В.Курчатова, Я.Б.Зельдовича, Ю.Б.Харитона, Н.В.Риль и др.); и о награждении орденами и медалями СССР научных, инженерно-технических работников, наиболее отличившихся при выполнении специального задания правительства [12. С.563—605]. Следовательно, в томе нет еще двух указов, утвержденных Политбюро ЦК (п.564 и 565). Первый из них — «О выражении т.Берия благодарности, выдаче ему Почетной грамоты ЦК ВКП(б) и Совета Министров СССР, награждении орденом Ленина и присвоении звания лауреата Сталинской премии первой степени» и второй — «О награждении заместителя Председателя Совета Министров СССР, Героя Социалистического Труда товарища Берия Л.П. орденом Ленина» [10. Д.1078. Л.100]. Отсутствие в книге этих указов среди актов о награждении 29 октября 1949 г. нелогично, но понятно, ибо Указом Президиума Верховного Совета СССР от 8 августа 1953 г. «О преступных антигосударственных действиях Л.П. Берия» он был лишен всех присвоенных ему званий и наград. Этот указ 1953 г. не отменен, и для составителей он продолжает иметь силу действующего закона. Вместе с тем хитрость и парадокс нашего времени состоят в том, что этот закон, оказывается, не является обязательным для соблюдения всеми. В недавно опубликованном справочнике руководителей НКВД—МВД приведена не только обширная справка о Берии, но и опубликована его учетная карточка. И в этой карточке отмечены все его награды. Перечень наград

и званий Берии воспроизведен и в историко-биографическом справочнике «Государственная власть в СССР. Высшие органы власти и их руководители. 1923—1991 гг.» [13]. В обоих названных изданиях есть и упоминание о лишении их. Составители томов «Атомного проекта СССР» могли поступить так же.

Я говорю об этом не столько в качестве упрека составителям, сколько потому, что только они, по моему мнению, могли бы прояснить ряд загадок, связанных с этими указами о Берии. О том, почему ему не дали вторую Звезду Героя, которыми были удостоены его замы, могут быть разные соображения — и личная прихоть Сталина, и невозможность поставить вровень с замами, и выделение особых заслуг путем благодарности (не совсем понятной от кого и как оформленной), а также выдачи Почетной грамоты ЦК ВКП(б) и Совета Министров СССР, которой в советское время награждались трудовые коллективы. К тому же есть один факт, который позволяет предположить, что из двух названных решений Политбюро ЦК (п.564 и 565) указом Верховного Совета СССР было оформлено только одно. Дело в том, что в упоминавшейся личной карточке Берии отмечено, что 29 октября 1949 г. он был награжден не двумя, а одним орденом Ленина, №118 679. Это был его пятый орден Ленина и последняя награда. Четвертым орденом Ленина он был награжден в марте 1949 г. в связи с 50-летием*. Есть основание думать, что ответ на эту загадку может содержаться в резолюции на одной из «особых папок», утверждавшихся в Политбюро.

А теперь позвольте поделиться субъективными впечатлениями архивиста, ознакомившегося со всеми пятью книгами удивительного и выдающегося в наше книжное время издания «Атом-

* Автор выражает признательность С.Д.Мякушеву за предоставленные сведения о награждениях Берии.

ный проект СССР». Первое впечатление рождено примечаниями, которые содержатся в 1-й книге 2-го тома. Из 82 примечаний 57 представляют собой ссылки на 61 письмо Берии Сталину. Каждое из писем имеет отсылку на Архив Президента РФ, с точным указанием поисковых данных. Это хорошо, грамотно сделано, но вызывает вопросы. Практически все обозначенные, но не приведенные письма касаются создания заводов, цехов, установок, реакторов, ускорителей, т.е. посвящены становлению и развитию производства и научно-технической базы. Они заведомо содержат ценнейшую информацию о назначении создающихся объектов и устройств, а главное — указывают конкретно фамилии разработчиков. Получается, что практически в 50 случаях мы этой ценной информации лишены.

Самостоятельное значение многих из упомянутых документов очевидно, по объему некоторые из них занимают две-три страницы, и указано, что 10 из них опубликованы в книге, подготовленной А.К.Кругловым «Как создавалась атомная промышленность в СССР», а два включены в издание «Атомная отрасль России». Вот их-то можно было и не воспроизводить еще раз, а об отсутствии в издании прочих остается только сожалеть.

Замечу, что как включенные в тома, так и упомянутые в них документы посвящены преимущественно производству и представлены в подавляющем числе в виде постановлений. С одной стороны, это плюс, ибо добраться до засекреченного правительственного постановления исследователю всегда трудно. Но с другой стороны, это и минус. Ведь помимо постановлений наверняка были документы и письма, которые затрагивали общеполитические вопросы того времени, содержали промежуточные обобщающие данные, выводы за отдельные периоды работы, давали

оценки ученым и производством, отражали памятные даты и события, реакцию на американские взрывы, на выступления прессы, упоминали о вышедших книгах. Полагаю, что значительное количество воспоминаний (опубликованных в трудах ИПАС, в сборниках Курчатовского института, в изданиях Института истории естествознания и техники, выходящих под редакцией В.П.Визгина, в журнале «Вопросы истории естествознания и техники» и других изданиях) не может компенсировать отсутствия документов, передающих особенности освещаемого периода. Видно, что составителей затронет это. Пока же подобный подход представлен перепечаткой дневниковых записей В.И.Вернадского и письмами Капицы, но их свидетельства и оценки — взгляд извне, а хотелось бы увидеть и личные свидетельства реальных участников проекта в реальное время его осуществления.

При знакомстве с изданными томами иногда мелькала мысль, что на деятельность составителей и руководителей издательского проекта продолжает воздействовать юридическая неотменность августовского указа 1953 г., да и постоянные возвращения прессы к делу Берии и его пересмотру, конечно, не могут не оказывать влияния. Всем ясно, что Указ Президента Российской Федерации от 17 февраля 1995 г. внес существенные коррективы в оценку того указа. В этой связи позволю себе сделать одно замечание. В предисловии к первой книге второго тома написано: «Составители в соответствии с задачей, поставленной в Указе Президента Российской Федерации от 17 февраля 1995 г. № 160, стремились прежде всего отразить в сборнике совокупность основных официальных решений, которые принимались в ходе осуществления советского атомного проекта» [12. С.4]. Эта задача выполняет

ся составителями, но она соответствует наименованию указа и в определенной мере подменяет его цели. Указ ведь принят «в целях воссоздания объектив-

ной картины», а ее создать только с помощью официальных решений невозможно.

Несмотря на это, опыт подготовки «Атомного проекта

СССР», даже тот, который есть сегодня, бесценен для отечественной археографии. Он заслуживает внимательного разбора и осмысления. ■

Литература

1. Атомный проект СССР: Документы и материалы: В 3 т. / Под общ. ред. Л.Д.Рябева. Т.1: 1938—1945. Ч.1. М., 1998. С.17—19.
2. Правда. 1941, 13 окт. С.3.
3. Рубинин П.Е. Капица, Берия и бомба // Наука и общество: История советского атомного проекта (40—50-е годы). Тр. международного симпозиума ИСАП-96. М., 1999. С.261.
4. Архив Президента РФ. Ф.3. Оп.33. Д.132.
5. Капица П.Л. Письма о науке. М., 1989.
6. Андреев А.В. Физики не шутят.
7. Российский государственный архив социально-политической истории (РГАСПИ). Ф.82. Оп.2. Д.923.
8. Иойрыш А.И., Морохов И.Д., Иванов С.Н. «А-бомба». М., 1980. С.363—364.
9. РГАСПИ. Ф.558. Оп.11. Д.1601.
10. РГАСПИ. Ф.17. Оп.3.
11. Академия наук в решениях Политбюро ЦК РКП(б)—ВКП(б). 1922—1952 / Составитель В.Д.Есаков. М., 2000. С.320.
12. Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т.II: Атомная бомба. 1945—1954. Ч.1. М.; Саров, 1999.
13. Государственная власть СССР. Высшие органы власти и управления и их руководители. 1923—1991: Историко-биографический справочник / Сост. И.В.Ивкин. М., 1999. С.220—221.

Физика. Охрана природы

Германский источник нейтронов заработает в 2004 году

Около двух лет назад было завершено сооружение исследовательского реактора, производящего нейтроны, которые необходимы для работы физиков университетской лаборатории в Гархинге под Мюнхеном (земля Бавария, Германия). Однако все это время реактор FRM-II не мог быть запущен ввиду отсутствия разрешения Министерства охраны окружающей среды, опасавшегося, что в процессе сжигания высокообогащенного уранового топлива могут возникнуть условия для создания ядерного оружия.

Было поставлено условие — перевести реактор на топливо с низкой степенью обогащенности, но и тогда надежды исследователей приступить к работе в ближайшее время оказа-

лись тщетными. Местные органы защиты окружающей среды потребовали создания надежных хранилищ для отработанного ядерного топлива. Переход на использование урана средней обогащенности теперь назначен на 2010 г.

С точки зрения научного руководителя проекта В.Петри (W.Petry; Мюнхенский технический университет), сожалееющего о потере времени, эти условия все же можно считать приемлемыми. Первые эксперименты с использованием реактора FRM-II должны начаться в 2004 г. Science. 2003. V.300. №5618. P.407 (США).

Орнитология. Охрана природы

Судьба новозеландских птиц

Благодаря изолированности Новой Зеландии и других островов южной акватории Тихого океана здесь очень долгое вре-

мя сохранялись виды животных и растений, неизвестные в других частях планеты. Данные последних раскопок показывают, что до заселения этих территорий людьми состав фауны позвоночных был стабильным в течение более 100 тыс. лет — даже циклы оледенения и межледниковья не принесли существенных потерь.

С появлением здесь человека наиболее сильно пострадала орнитофауна: нелетающие птицы множества видов представляли легкую добычу для охотников. В результате в Новой Зеландии уничтожено около 70 из 145 эндемичных видов сухопутных птиц, в том числе самый известный из них — гигантский динорнис (*Dinornis giganteus*), масса которого превышала 200 кг. Большинство из сохранившихся эндемиков находится под угрозой полного исчезновения и обитает лишь в небольшой части прежнего ареала.

Science. 2002. V.298. №5601. P.2136(США).

«...Вам вверено главное руководство сей экспедиции»

Л.М.Свердлов

В этом богатом для России юбилеями году отмечалась еще одна памятная дата. 26 июля* 1803 г. с кронштадтского рейда отправилась в плавание Первая русская кругосветная экспедиция. Командиром отряда кораблей и капитаном «Надежды» был назначен капитан-лейтенант Иван Федорович Крузенштерн, «Невой» командовал капитан-лейтенант Юрий Федорович Лисянский. Эти славные моряки памятливы каждому со школьной скамьи. Но мало кому известно, что на «Надежде» находилась направлявшаяся в Японию русская дипломатическая миссия во главе с действительным статским советником, действительным камергером Николаем Петровичем Резановым, ставшим популярным в 70-е годы XX в. благодаря рок-опере «Юнона» и «Авось», сюжет которой, впрочем, далек от реальной жизни.

Экспедиция должна была установить морской путь из Петербурга на Камчатку и в русские колонии на Аляске, завезти туда различные грузы, а оттуда вывезти меха для продажи в Китае. Кроме того, по проекту Крузенштерна предполагались и разнообразные научные ис-

* Здесь и далее даты по старому стилю.

© Л.М.Свердлов



Леонид Михайлович Свердлов, член ученого совета Московского центра Русского географического общества, почетный полярник. Область научных интересов — история арктического мореплавания, Русская Америка. Участник ряда научных экспедиций. Неоднократно публиковался в «Природе».

следования, для чего на борту «Надежды» находилась группа ученых.

Экспедиция снаряжалась по инициативе и на средства Российско-Американской компании (РАК), но, учитывая доставку посольства, «Надежда» с офицерами и экипажем была взята государем «на казну». Первое кругосветное плавание в целом было успешным, но начало его омрачено конфликтом между Резановым и Крузенштерном, каждый из которых считал себя начальником экспедиции и имел к этому довольно веские основания. Вот уже 150 лет, начиная с публикации П.А.Тихменева [1. С.102—103], историки спорят, кому же

в действительности было поручено руководить кругосветным плаванием?

Крузенштерн был официально назначен начальником кругосветной экспедиции 26 июля 1802 г. Решение было принято самим Александром I [2. С.15]. 27 августа Крузенштерн писал министру коммерции Н.П.Румянцеву: «К истинному моему удовольствию известился я, что Государь благоволил подтвердить предполагаемую под моим Начальством экспедицию» [3]. А в письмах о подборе и подготовке офицеров адмиралу Н.С.Мордвинову от 17 августа и 3 сентября 1802 г. [4. С.41, 45] он фигурирует уже как начальник экспедиции.

До 20 февраля 1803 г., когда возник вопрос о посольстве в Японию, об участии Резанова в кругосветном плавании никто не предполагал. Но как только Александр I остановился на персоне Резанова в качестве посланника, назначение его как чиновника, облеченного высокими полномочиями, одним из начальников экспедиции стало очевидным. О том, что ему предложено государем возглавить экспедицию, Резанов уже в начале апреля сообщил близкому человеку — И.И.Дмитриеву [4. С.52].

Похоже, что в сознании Александра I совмещались два руководителя кругосветной экспедиции: Резанов — политический и коммерческий — и Крузенштерн — командир эскадры, морской офицер — дополняли друг друга. Очевидно, что Резанов и по чину и по возложенным на него обязанностям, был в экспедиции фигурой более значимой, хотя непосредственного руководства кораблями он осуществлять не мог. А кругосветная экспедиция — это в конечном итоге движение кораблей.

Инструкции лицам военным и гражданским

Двойственность руководства подтверждается и различными документами. Так, по решению царя судам, отправляющимся в экспедицию Крузенштерна, пожалованы военно-морские Андреевские флаги, что позволяло рассматривать кругосветную экспедицию как поход военных кораблей, подчиняющихся требованиям Устава военного флота [4. С.81].

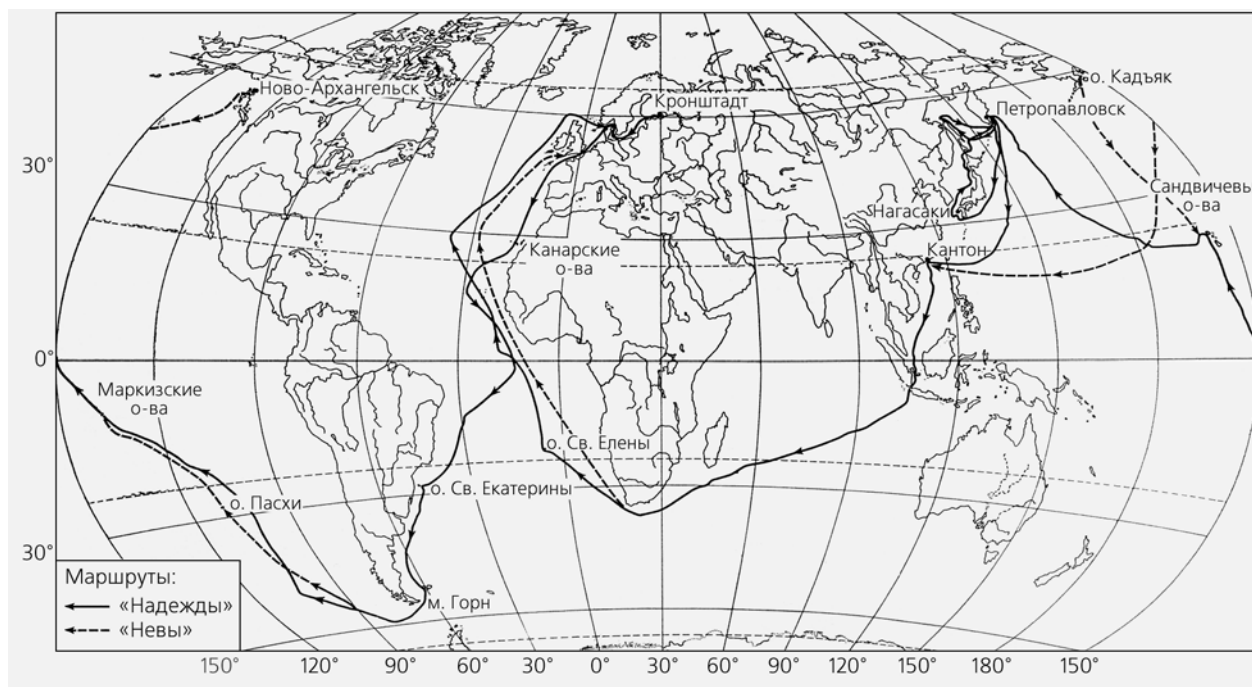
И в то же время в инструкциях комиссионерам РАК Ф.И.Шемелину и Н.И.Коробицыну указано, что главное «над всею экспедицией начальство и все капиталы препоручены» в непосредственное хозяйство Резанова. Более того, при разделении кораблей Коробицын должен был финансировать Лисянского и следить, как тот расходует товары и деньги и «по прихотям же и без совершенной надобности ничего в отпуск не выдавать» [5], что никак не согласовывалось с морским уставом, по которому капитан есть един-

ственный хозяин на корабле. Резанов как начальник экспедиции фигурирует еще в нескольких официальных документах*.

В конце июня корабли экспедиции посетил император. Он осмотрел их, говорил с офицерами, пообщался с командой. Состоянием подготовки кораблей и экипажей к плаванию остался доволен. О Резанове как главном руководителе экспедиции речи не было.

Но некоторое время спустя царь словами: «Быть по сему, Александр», — утвердил «Инструкцию Н.П.Румянцева Н.П.Резанову в связи с плаванием его в Русскую Америку», где говорилось, что «оба судна с офицерами и служителями, в службе компании находящимися, поручаются начальству вашему», т.е. Резанову [4. С.75—79]. Правда, в ней имеются и такие слова, касающиеся морской части: «Предоставляя флота гг. капитан-лейтенантам Крузенштерну и Лисянскому во все время воя-

* Подробнее см.: Свердлов Л.М. Конфликт под парусами «Надежды» (Н.П.Резанов и И.Ф.Крузенштерн) // Изв. АН. Сер. географ. 2003. №3. С.82—95.



Маршрут судов Первого русского кругосветного плавания.

жа вашего, командование судами и морскими служителями яко частию, от собственного их искусства и сведения зависящею, и поручая начальствование из них первому, имеете вы с вашей стороны обще с г-ном Крузенштерном долгом наблюдать, чтоб вход в порты был не иначе, как по совершенной необходимости, и стараться, чтоб все споспешествовало сколько к должному сохранению экипажа, столько и к скорейшему достижению цели, вам предназначенной». Имя Крузенштерна упоминается в этом документе еще трижды и везде как лица равного, а не подчиненного Резанову.

Однако, судя по инструкции, ранее выданной Крузенштерну (29 мая 1803 г.) правлением РАК [4. С.54–60], руководитель экспедиции именно он. За ним командование судами, офицерами и экипажами, а значит — установление дисциплинарного порядка, выбор маршрутов, места и время стоянок и загрузка судов, нормы питания и расхода воды, т.е. управление всей внутренней жизнью в период плавания. И этому порядку должны были подчиняться все, в том числе ученые и члены посольства, включая Резанова, в дополнительном пункте документа фигурирующего только как хозяйственный начальник экспедиции, которому моряки не подчиняются. Такое положение совпадало с требованиями Устава военного флота: «Капитан так как начальник должен ото всех как подчиненных ему офицеров, так и пассажиров или находящихся на корабле для перевоза или иного чего других команд офицеров быть почитаем, и все его повеления безотрицательно со всею точностью исполняемы быть должны» [6. Ч.IV. Гл.1. П.1].

В уставе сказано и о послках, и о других высокопоставленных особах. Все они отнесены к почетным пассажирам, независимо от званий и должностей, и во время плавания обязаны подчи-

няться капитану, а именно: «Знаменитые пассажиры, как то послы со своими свитами или береговых войск командиры, на время посаженные на корабли для перевозки от места до места, должны иметь по своему чину место; но при всем том наблюдать, чтоб настояще должность несущие офицеры (морские на службе. — Л.С.) чрез то стеснены не были...» [6. Ч.IV. Гл.7. П.8].

Помимо этого в инструкции Крузенштерну сказано, что он не должен себя рассматривать «как вовсе партикулярный компанейский начальник, но как в службе Его Императорского Величества состоящий чиновник», следовательно, Резанову как представителю компании не подчинен.

Когда 21 июля 1803 г. на «Надежду» прибыла посольская свита, она оказалась значительно больше, чем планировалась. Тутто и возникло первое разногласие между Резановым и лейтенантом М.И. Ратмановым (старшим офицером «Надежды», ответственным за размещение пассажиров и грузов). Ратманов описывает это так: «...прибыли к нам Двора Его Императорского Величества Действительный Камергер и кавалер Резанов, который назначен чрезвычайным послом и уполномоченным министром в Империю Тензин-Кубоскаго величества, в Японию с довольно значительным числом свиты, они весьма стеснили нас на корабле; о чем Его Императорское Величество известясь чрез графа Строганова, как отец заботящийся о своих подданных, прислал немедленно министра коммерции графа Румянцева и товарища министра морских сил Чичагова, которые, найдя излишества, всеподданейше донесли о сем Государю; почему последовала резолюция: излишних отослать по своим командам...» [7. С.903].

Присутствие на корабле высших чиновников государства, а особенно Румянцева, по инструкции которого Резанов — главный начальник, было пре-

красным поводом официально его представить, но этого не сделали ни они, ни сам Резанов. Вот почему все офицеры считали начальником экспедиции Крузенштерна, а Резанова — лишь почетным пассажиром.

Экспедиция уходила в плавание с неопределившимся начальником, причем Резанов надеялся на подпись государя, свой высокий чин и полную поддержку директоров РАК в Петербурге, а Крузенштерн — на свою инструкцию, устав, традиции флота и верность офицеров. В условиях плавания силы были явно на стороне Крузенштерна, но высокомерие Резанова не позволяло реально оценивать обстановку. Это была бомба замедленного действия.

Наконец, 26 июля корабли покинули Кронштадт. Началось первое плавание россиян «кругом света». Посетив Копенгаген и Фальмут, где на борт были взяты часть продовольствия и навигационные приборы, 8 октября корабли подошли к Канарским о-вам и на неделю встали на якорь в Санта-Крус-де-Тенерифе.

В начале плавания между кавалерами посольства и моряками иногда происходили размолвки, связанные с трудностями привыкания людей, далеких от военного флота, к корабельному распорядку, но пока царил мир. «Верный признак хорошей погоды — оживление кают-компаний и музыка, которая оттуда доносится. Ромберг — первая скрипка, Резанов — вторая, Тилезиус — контрабас, Лангсдорф — альт, Фридрици — первая флейта, Горнер — вторая флейта, все остальные одновременно слушатели и судьи» [8. С.36].

Конфликт между начальниками

На о. Тенерифе Резанов встретил французских моряков, узнавших в «Надежде» корабль, побывавший у них в плену. Это показалось ему весьма досто-



Александр I (1777–1825).



И. Ф. Крузенштерн (1770–1846).

верным, так как две мачты, замененные в Кронштадте, были расстреляны ядрами. Проведенная по его поручению ревизия показала, что «Надежда», купленная Лисянским в Лондоне как крепкая и прочная и якобы в 1800 г. построенная, на самом деле спущена с верфи в 1795 г. — «палубы ее так сгнили, что крошатся от руки». Что касается «Невы», то «оной на острове Кадьяке должно во многом, сверх многих уже сделан-

ных со времени покупки починок, еще починить и исправить» [9. С.34–35]. Вполне вероятно, что Резанов потребовал от Лисянского объяснений, но не получил их. Еще Резанов был возмущен тем, что по условиям стоянки Крузенштерн не дал ему возможности подняться на Тенерифский пик (Тейде). Считая момент удобным, он объявил Крузенштерну о своих правах на главное руководство экспедицией.

Заявление Резанова стало для Крузенштерна громом среди ясного неба. Он сразу написал в Главное правление РАК: «Я нахожусь принужденным просить Главное Начальство о присылке мне в Камчатку позволения здать команду мою, кому угодно будет вам приказать, <...> ежели бы угодно было <...> лишить меня команды всей Экспедиции, то невозможно было иначе сие сделать как официально бумагою, которую бы я должен еще иметь перед отправлением <...> по словам г-д Директоров я догадаться не мог, что должен быть подчинен г-ну Резанову; но и возможно ли чтоб на сие согласиться <...>, быв подчинен Резанову, полезным быть не могу, бесполезным быть не хочу» [9. С.51–52]. В ответ на угрозу Резанова, что ему постараются «подвести такой итог, что мне не достанется получить ни одной копейки», Крузенштерн писал, что даже не настаивает на причитающемся ему вознаграждении в 10 000 руб., заявляя: «...ибо меня деньгами подкупить невозможно» [9. С.52–53]. Это первое сообщение о противоречиях, возникших из-за руководства экспедицией, было отправлено с американским кораблем, встреченным в Атлантике (дошло до адресата в мае 1804 г.) [2. С.39].

Похоже, что офицерам о претензиях Резанова на руководство не сообщили. Так, Ратманов, довольно едко отмечавший в своем дневнике все действия посланника, об этом умалчивает, зато он ярко описывает

праздник Нептуна при пересечении экватора 14 ноября 1803 г., на котором Резанов и Крузенштерн проявляли дружеские чувства [7. С.911–912].

До Бразилии плыли почти два месяца. За это время у Резанова созрела идея отдать «Надежду» в распоряжение Главного правителя российских колоний в Северной Америке А.А.Баранова: «чтоб судно <...> оставлено было в Камчатке с позволением употреблять оное компанией (РАК. — Л.С.) для перевоза рухляди, а матросы, коих не более пятидесяти человек, причислены бы были к Петропавловскому порту <...> довольно бы было оставить двух офицеров и двух штурманов для плавания в Америку, а чтоб согласить сие с выгодами и пользами короны, могла бы Компания взять экипаж на свое содержание...» [9. С.36–37].

«Ежели сие предложение мое будет Компаниею принято за благо, и милость Государя даст оному силу, то покорнейше прошу Вас доставить мне в Камчатку с нарочным известием, дабы по приходе моем туда из Японии, мог я сделать предварительныя распоряжения и идти в Америку, чтоб и там устроить и привести уже все к одной точке», — пишет Резанов [10. Л.40].

Правлению РАК эта мысль понравилась. В донесении Румянцеву просит его «исходатайствовать Высочайшаго благоизволения у Его Императорского Величества» [9. С.43].

Крузенштерн и большинство морских офицеров, конечно, против этого проекта: ведь они шли в кругосветную экспедицию, а не просто перегоняли «Надежду» на Камчатку. В случае списания офицеров их ждет бесславное возвращение домой берегом через Сибирь на лошадях, а матросам, добровольно последовавшим за Крузенштерном в эту тяжелейшую экспедицию, пришлось бы и того хуже.

По прибытии на о.Св.Екатерины выяснилось, что мачты на

«Неве» пришли в негодность и требовали срочной замены (снова возник вопрос о добросовестности Лисянского при покупке кораблей, который усугубился прежними подозрениями). Времени требовалось много, и поэтому Резанов считал, что время обхода мыса Горн упущено. Он плохо переносил качку, и плавание вокруг Огненной Земли его пугало. К тому же Резанов собирался закупить в Бразилии ром и сахар [10. С.37], но полная загрузка кораблей грозила гибелью, и капитаны с ним не согласились, так как пришлось бы плыть к Африке, тем самым простившись с мыслью о кругосветной экспедиции. Начальства Резанова Крузенштерн и другие офицеры допустить не могли и прямо об этом заявили [10. Л.37–44]. Левенштерн мотивирует это тем, что Резанов официально не провозгласил себя начальником, не предъявил своей инструкции как положено по уставу и поэтому офицеры, когда шли против него, не «выступали против своего начальника, а просто пытались пресечь самоуправство пассажира» [8. С.75].

Резанов постоянно претендует на главенство в экспедиции. Не имея ни знаний, ни опыта, чтобы руководить морской экспедицией, не обзаведясь достаточным количеством друзей среди офицеров, которые смогли бы ему в этом помочь, он явно терпит поражение.

25 декабря 1803 г. Резанов пишет Крузенштерну, обвиняя его в том, что он игнорирует волю государя, не признавая посланника «Главным начальником экспедиции». И вот ответ: «...я признаю в лице Вашем особу уполномоченную от Его Императорского Величества как для посольства так и для разных распоряжений в восточных краях России; касательно же до морской части, <...> я должен щесть себя командиром...» [9. С.46].

Резанов отсылает обстоятельные письма в С.-Петербург.

В них не оставлено вниманием и качество кораблей, купленных Лисянским, и просьба оставить «Надежду» в Америке, но главное — неподчинение Крузенштерна указу государя о его, Резанова, главенстве в экспедиции [10].

Пишет в столицу и Крузенштерн — опять прося об отставке: «...при сем двойном начальстве, быть ему, Крузенштерну, не можно потому, что быв подчинен г-ну Резанову или вместе с ним, полезным быть не может, а бесполезным быть не хочет» [9. С.39].

Кругосветное плавание для Резанова было лишь необходимым средством доставки его персоны в Японию и в Америку. Для Крузенштерна же торговые и дипломатические функции экспедиции были делом не первой важности. Помимо судовождения он много уделял внимания научной работе: изучению ветров и течений, астрономической привязке различных пунктов, наблюдениям за атмосферным давлением, приливами и отливами и т.д. Кстати, хотя научная группа формально подчинялась Резанову и инструкция Академии наук была адресована ему, истинным руководителем всех исследовательских работ на «Надежде» был Крузенштерн.

23 января 1804 г. корабли покинули Бразилию и, обойдя мыс Горн, отправились к Маркизским о-вам, куда прибыли только 25 апреля. Плавание заняло долгих три месяца. В это время «Надежда» получила повреждение, возникла необходимость серьезного ремонта, который можно было выполнить только в Петропавловске. Посольство в Японию пришлось отложить. Планы Резанова рушились.

Все это время командир и посланник практически не общались. Необходимо учитывать, что в экстремальных условиях, а кругосветное плавание начала XIX в., без сомнений, было таковым, человек меняется не в лучшую сторону, становится раз-



Ю.Ф.Лисянский (1773–1837).



Н.П.Резанов (1764–1807).

дражительным, поступки порой непредсказуемы. Трудности плавания наложили отпечаток и на пассажиров «Надежды», но морякам все-таки было легче, их к этому готовили. Резанов попал в непривычные для него условия. Он плохо переносил качку, конфликт с офицерами вконец подорвал его здоровье. Следует учесть еще и то, что как человек, привыкший к активной деятельности, он страдал от вынужденного безделья. На о.Нукагива



Шлюп «Надежда».

(Нуку-Хива) разразился новый скандал. На судах сложилось довольно тяжелое положение с продовольствием. Поэтому Крузенштерн издал приказ, «воспрещающий без исключения всем находящимся на корабле покупку или вымен собственно для себя всяких вещей из островитянских рукоделий, одежд и редкостей природы до того времени, доколь корабль не снабжен будет в довольстве свежими жизненными припасами и прочим [11. Ч.1. С.113]. Правда, впоследствии, когда продовольствие выменять было уже невозможно, Крузенштерн приказ отменил, но только для морских офицеров, а не для Резанова и его свиты, которые должны были искать редкости для императорской Кунсткамеры, что предусматривалось программой работ Академии наук.

Резанов так описывает этот эпизод: «Чувствуя такая наглости, увидя на другой день на шканцах Крузенштерна, что было мая 2-го числа, сказал я ему: “Не стыдно ли вам так ребячиться и утешаться тем, что не давать мне способов к исполнению на меня возложенного”. Вдруг закричал он на меня: “Как

вы смели мне сказать, что я ребячусь”. — “Так, государь мой, — сказал я, — весьма смею, как начальник ваш”. — “Вы начальник! Может ли это быть? Знаете ли что я поступаю с вами, как не ожидаете?” — “Матросы вас не послушают, я (Резанов. — Л.С.) сказываю вам, что ежели коснетесь только меня, то чинов лишены будете”. Созвали экипаж, объявили, что я самозванец и многия делали мне оскорбления, которая, наконец, при изнуренных уже силах моих повергли меня без чувств. Вдруг положено вытащить меня на шканцы к суду <...>. “Извольте идти и нести ваши инструкции, — кричал он (Крузенштерн — Л.С.), — оба корабля в неизвестности о начальстве и я не знаю, что делать” Прочтя им высочайшее мне поручение начальства, услышал хохот и вопросы, кто подписал? Я отвечал: “Государь ваш Александр”. — “Да кто писал?” — “Не знаю”, — сказал я. — “То-то не знаю, — кричал Лисянский, — мы хотим знать, кто писал, а подписать-то знаем, что он все подпишет”» [12. С.388].

Похожее описание дает и Ратманов, но с другой пози-

ции. «Здесь, в Нукагиве, наш дражайший амбасадер выказал вполне свой характер и открыл свою черную душу. Он на шканцах назвал капитана ребенком за то, что капитан приказал от прикащика американской компании отобрать топоры, которые он начал продавать диким за безделушки, чрез что совершенно остановилась покупка свиней. Посол, сказавши сию дерзость, упомянул, что он — все, а капитан, с которым мы отправились из России и который шеф экспедиции — ничего. Мы, услышавши от посла, что он всему и над всеми начальник, потребовали, чтобы он объявил на это именное повеление; но он отказался это сделать. Я, предполагая, что все сказанное послом есть его выдумка, ибо он об этом должен был объявить, вступая на корабль, а не через 10 месяцев, сделал предложение — поступить с ним, как с нарушителем общественного спокойствия и как с человеком, который выдает себя за начальника, не имея чем это доказать<...>. Но инструкция подписана рукою Александра и мы повинемся с благоговением. Еще, когда мы подходили к Бразилии, посол однажды пришел ко мне в каюту и, между многими разговорами, за секрет мне показал свою инструкцию; я, увидав рескрипт Государев — ужаснулся, что он до сих пор остается не объявленным; но посол мне отвечал, что на это еще будет время. С тех пор, я осмелился взять подозрение, что действительная ли сия инструкция, и на основании сего-то подозрения я более всех и настаивал о ее объявлении» [7. С.1331—1332].

Как видно из приведенных описаний, Резанов оскорбил Крузенштерна на шканцах — месте на корабле святом, особо почитаемом всеми моряками. В ответ и Крузенштерн, не сдержавшись, стал угрожать Резанову, чиновнику, стоящему намного выше него в государственной иерархии, наказанием, что было абсолютно недопустимо.

Служебное расследование

По прибытии в Петропавловск Крузенштерн занялся ремонтом судна. Резанов же сразу выздоровел и, понимая значимость своих чинов, начал проявлять активность. Он обратился к камчатскому коменданту генералу П.И.Кошелеву с требованием суда над Крузенштерном, обвиняя его и взбунтовавшихся офицеров в неповиновении воле государя, выразившемся в неподчинении ему, камергеру Резанову. Попутно он обвинил Ратманова в ругательствах по отношению к посланнику, а вахтенных офицеров, в частности Ромберга, в пьянстве [12. С.388].

Суда над Крузенштерном Резанов не добился. Генерал-майор Кошелев оказался человеком порядочным, деликатным и опытным в таких делах, а его «служебное расследование» привело стороны к примирению. Существуют две взаимоисключающие версии этого расследования.

Согласно первой, резановской, описанной А.Сгибневым, Крузенштерн сознался в своей виновности и просил Кошелева принять на себя посредничество в примирении. Резанов согласился забыть все прошлое, но с тем непременным условием, чтобы Крузенштерн и все остальные офицеры, оскорбившие посланника, извинились перед ним в присутствии Кошелева, что и было сделано 8 августа 1804 г. [12. С.389]. Но это не подтверждается дневниками офицеров и даже Шемелиным, служащим РАК.

Вторая версия изложена Крузенштерном в пространном письме президенту Академии наук Н.Н.Новосильцеву из Авачинской губы от 12 июня 1805 г. (кстати, на этот документ почему-то раньше историки внимания не обратили): «...позвольте, ваше превосходительство, сказать вам причины, побудившие меня к сему, также и условия, на каких я с г. Резановым поми-



Медаль, выбитая в честь первого русского кругосветного плавания 1803—1806 гг. (аверс и реверс).

рился. Экспедиция сия есть первое предприятие сего рода Россия; должна-ли бы она рушиться от несогласия двух частных [лиц]? Экспедиция сия, обратив внимание всей Европы, должна ли остаться позором России? Все офицеры и матросы оставили Россию с тем, чтоб идти со мною и со мною же возвратиться: то после сего нещастия, мог ли я быть порукой судьбе их? Я, которому сказано тлеть в Камчатке! Ученые, из которых некоторые иностранцы с большими издержками вступили в сию экспедицию, от которых с нетерпением Европа ожидает новые источники наук, должны бы были пробыть долгое время в суровом сем климате, притом с наивеличайшим беспокойством, с огорчением и не довершив цели, возвратиться берегом» [9. С.53—57].

Итак, примирение, настоящее ли, мнимое, состоялось. Враждующие стороны, видимо, сами догадались (или Кошелев подсказал), но все вдруг поняли, что отсутствие ответа на письма государю означает лишь одно: он недоволен.

Между тем посланнику необходимо выполнить посольскую миссию, а без Крузенштерна это сделать невозможно. Командиру же кораблей необходимо замять случаи недостойного поведения офицеров и завершить кругосветное плавание, а это можно было сделать, только помирившись с Резановым. А главное — оба они понимали свою ответственность перед Россией и не могли поставить личное выше государственного.

Этим конфликт как будто завершился. «Сей день был днем радости для всякого подчиненного, развязавший судьбу многих. Начались обеды, ужины и вечеринки, а затем стали спешить приготовлениями к японской экспедиции», — записал в своем дневнике Шемелин [11. Ч.1. С.168].

Далее последовало посольское плавание в Японию, в котором Крузенштерн, и это логично, вошел в подчинение Резанову, оно было долгим. Целых шесть месяцев «Надежда» простояла в Нагасаки, но посольская миссия не удалась. Очевид-

но, что вины Резанова в этом не было, он приложил все усилия, однако внутривосточная ситуация в стране, взявшей курс на полную изоляцию, не оставляла российскому посольству никаких шансов. Во время японского вояжа между Резановым и «первым сотрудником в посольстве», как именует Крузенштерн он в своей инструкции [4. С.94], не было никаких крупных разногласий.

За неделю перед отбытием Резанова в Америку он пишет так о передаче руководства экспедицией Крузенштерну: «Сударь! Как бы я ни был огорчен тем, что болезнь лишила меня удовольствия завершить путешествие, в научном отношении столь же интересное для всего мира, сколько и полезное для человечества, я утешаюсь тем, сударь, что вижу во главе экспедиции человека, заслуги и талант которого уже создали ему известность в образованном мире. Доверяя вам, сударь, паспорта, выданные мне иностранными державами, я льщу себя [надеждой], что в том, что касается прогресса в новых откры-

тиях, они будут способствовать цели экспедиции. Что касается меня, то, будучи полностью убежденным, что Вы и Ваши достойные коллеги прославите ваши имена в анналах нашего века, я ничего другого более не могу вам сообщить, кроме особого и совершенного уважения, с которым имею честь, сударь, быть вашим нижайшим и покорнейшим слугой. К(авалер) Резанов» [4. С.124].

Это письмо представляется не просто учтивым. Оно несет в себе искреннее признание заслуг Крузенштерна, уважение к морским и научным целям кругосветной экспедиции. До примирения этого быть не могло.

* * *

В том, что фактическим начальником был Крузенштерн, сомнений нет, а вот как к конфликту отнесся император, можно увидеть по его действиям. После примирения государь присылает рескрипт Резанову о поощрении его деятельности и одаривает «бриллиантовой табакеркой со своим вензелем»,

а также сообщает, что его сын взят в пажы [4. С.118]. Награжден и Крузенштерн. Ему пожалован чтимый моряками орденом Святой Анны II степени [4. С.133]. Государь награждает Крузенштерна, зная все жалобы Резанова. Спрашивается, за что? За то, что Резанов милостиво его простил, как представляют иногда историки, или за исполнение служебного долга, несмотря на попытки вмешательства Резанова?

По возвращении Крузенштерн был награжден высоким орденом Святого Владимира III степени. В рескрипте от 10 августа 1806 г., подписанном Александром I [13. Л.12], сказано: «Совершив с вождленным успехом путешествие кругом света, Вы тем оправдали справедливое о Вас мнение, в каком с воли Нашей было Вам вверено главное руководство сей экспедиции». Спустя три года монарх не вспомнил, что то же самое им было вверено камергеру Резанову. Почему Александр I отправил экспедицию с двумя начальниками — это так и остается загадкой... ■

Литература

1. Тихменев П.А. Историческое обозрение образования Российско-Американской компании и действий ее до настоящего времени. Ч.1. СПб., 1861; Ч.2. 1863.
2. Крузенштерн И.Ф. Путешествие вокруг света в 1803, 1804, 1805 и 1806 годах на кораблях «Надежда» и «Нева». М., 1950.
3. Архив внешней политики Российской империи (АВПРИ). Фонд «Главный архив». Оп.1—7. 1802. Д.1. П.1. Л.24.
4. Российско-Американская компания и изучение Тихоокеанского Севера, 1799—1815. Сборник документов / Отв. ред. Н.Н.Болховитинов. М., 1994.
5. Записки приказчика Российско-Американской компании Н.И.Коробицына // Рус. открытия в Тихом океане и Северной Америке в XVII—XIX веках / Под ред. А.И.Андреева. М.; Л., 1944. С.215—216.
6. Устав военного флота по Высочайшему повелению Государя Императора Павла Первого (введен в 1797 г.).
7. Записки капитан-лейтенанта Ратманова // Яхта. 1876. №16, 24.
8. Левенштерн Е.Е. Вокруг света с Иваном Крузенштерном. Дневник лейтенанта «Надежды» (1803—1806). СПб., 2003.
9. Приложение к статье К.Военского «Посольство Резанова в Японию в 1803—1805 гг. на судах первой русской кругосветной экспедиции под начальством Крузенштерна» // Морской сборник. Пг., 1919. №4.
10. Письма Н.П.Резанова из Бразилии в Главное правление Российско-Американской компании от 20, 21 и 22 января 1804 г. // АВПРИ. Фонд «Главный архив». Оп.1—7. 1802. Д.1. П.30 (6). Л.37—44.
11. Шемелин Ф. Журнал первого путешествия россиян вокруг Земного шара. Ч.1. СПб., 1816; Ч.П. 1818.
12. Сгибнев Ал. Резанов и Крузенштерн. (Эпизод из Первого кругосветного плавания русских) // Древняя и новая Россия. Т.1. 1877. №4.
13. Рескрипт Александра I о награждении Крузенштерна от 10 августа 1806 г. // АВПРИ. Фонд «Главный архив». Оп.1—7. 1802. Д.1. П.42 (1). Л.12.

Новости науки

Астрономия

Звезды рождаются не только в галактиках

Скопления галактик на самом деле состоят вовсе не из одних галактик. Даже если оставить в стороне темную материю и принимать в расчет только светящееся вещество, то окажется, что большая часть массы скопления сосредоточена не в галактиках, а в пространстве между ними. Прежде всего это, конечно, горячий газ, но в последнее время наблюдения доказали, что внутри скоплений присутствует так называемое диффузное звездное население, т.е. звездные скопления и даже одиночные звезды, не входящие в состав ни одной галактики.

Один из перспективных методов исследования этого населения состоит в поиске не самих звезд, а сброшенных ими оболочек — планетарных туманностей. Такая туманность образуется вокруг звезды, похожей на Солнце, на последней ее эволюционной фазе, когда она сбрасывает свою оболочку в окружающее пространство. Оболочка освещается и нагревается изнутри оголенным горячим ядром и становится сильным источником излучения в характерных эмиссионных линиях, в частности кислорода (длина волны 459.9 и 500.7 нм) и водорода (656.2 нм, линия H_{α}). От других излучающих туманностей планетарные туманности отличаются тем, что в них основная зеленая линия кислорода (500.7 нм) обычно в три—пять раз ярче красной линии H_{α} .

Группа астрономов из Австралии, Италии, Швейцарии и Японии¹ сейчас выполняет программу

поиска планетарных туманностей внутри скоплений галактик; поиск основан на наблюдении межгалактического пространства с помощью специальных узкополосных фильтров, пропускающих только зеленые линии кислорода. Используя 8-метровый японский телескоп Subaru, расположенный на Гавайских о-вах (США), ученые нашли в центре ближайшего к нам скопления галактик в созвездии Девы около 40 кандидатов в планетарные туманности. В этих объектах отношение интенсивностей линий кислорода и H_{α} имело ожидаемое значение от 3 до 5. Однако наряду с этими объектами обнаружено несколько точечных источников излучения, в которых линии кислорода и H_{α} имеют примерно одинаковую интенсивность. Это отношение более типично для облаков ионизованного газа вокруг молодых массивных звезд, подобных областям HII в нашей Галактике.

До сих пор в межгалактическом пространстве обнаруживались преимущественно старые звезды. Это позволяло предположить, что сформировались они все-таки внутри галактик, но были выброшены из них при столкновениях с другими галактиками на начальной стадии формирования скопления. Наличие в межгалактическом пространстве «новорожденных» звезд в эту гипотезу не вписывается, поэтому для подтверждения их реальности необходимы были спектроскопические наблюдения.

Один из таких объектов, расположенный вблизи галактики NGC 4388, наблюдался в апреле 2002 г. с помощью 8.2-метрового телескопа VLT-Йепун Европейской южной обсерватории (Чили). Его спектр действительно оказался спектром области HII с характерными эмиссионными линиями водорода, кис-

лорода и серы на фоне непрерывного излучения горячих молодых звезд. Сравнение спектра с простыми моделями показало, что область HII подпитывается одной или двумя звездами спектрального класса O. Возраст ее примерно 3 млн лет, а диаметр не превышает 30 св. лет.

Предполагаемая межгалактическая компактная область звездообразования находится в проекции на небесную сферу в 3.5 угловой минуты к северо-западу от галактики NGC 4388. Ее лучевая скорость (2670 км/с) также близка к скорости NGC 4388 (2520 км/с) и значительно превышает скорость самого скопления в Деве (около 1200 км/с). Это указывает на существование какой-то связи между звездообразующим облаком и галактикой NGC 4388, но что это за связь, пока не понятно. Ясно лишь, что облако не могло вылететь из галактики: чтобы с момента начала звездообразования удалиться от NGC 4388 на наблюдаемое расстояние, облако должно было бы двигаться с нереально высокой скоростью. В любом случае существование этой области HII доказывает, что звезды могут образовываться на значительном удалении от галактик, а может быть, и в «чистом» межгалактическом пространстве.

© Д.З.Вибе,
кандидат физико-математических наук
Москва

Астрономия

Судьба шаровых скоплений

Вокруг центра нашей Галактики на далеких орбитах обращается около 150 известных на сегодня шаровых скоплений звезд;

¹ Astrophys. J. (Letters). 2003. V.580. PL121.

они возникли, очевидно, одновременно с самой Галактикой, приблизительно 12–14 млрд лет назад. Скопления могут значительно отличаться друг от друга по своей плотности и «заселенности»; в состав некоторых входят миллионы звезд.

Скопления, характеризующиеся большей диффузностью, рискуют оказаться разорванными на отдельные части под воздействием приливных сил, возникающих из-за того, что гравитация Млечного Пути «растягивает» скопление в разные стороны. Астрономы давно подозревали, что подобная судьба уготована многим из скоплений, но прямые доказательства отсутствовали.

Впервые очевидные свидетельства тому были представлены на 100-й конференции Американского астрономического общества (Альбукерк, июнь 2002 г.) группой ученых во главе с Э.Гребель (E.Grebel; Астрономический институт им.М.Планка, Германия). В ходе своего участия в крупном международном проекте «Цифровая съемка неба им.Слоуна», цель которого — картировать одну четверть небосвода с беспрецедентной точностью, они обратили внимание на объекты в районе неплотного звездного скопления Паломар-5, находящегося в 75 тыс. св. лет от нас. По противоположным сторонам этого скопления обнаружены потоки звезд, растянувшиеся из конца в конец на 13 тыс. св. лет. Даже по астрономическим меркам это немалая величина; в проекции на небо она в 20 раз превышает видимый поперечник Луны. Подобные «хвосты» возникают, вероятно, в результате приливного растяжения, когда тяготение расчленяет скопление, а звезды постепенно удаляются от центра. По мнению участника исследований М.Оденкирхена (M.Odenkirchen), примерно через 100 млн лет данное шаровое скопление перестанет существовать. Теперь можно решительно утверждать, что в прошлом и многие иные скопления подверглись подобной участи, а слу-

чай с Паломар-5 — счастливая удача, когда процесс удалось зафиксировать.

Так как подобные «хвосты» более или менее очерчивают орбиту, по которой движется вокруг центра Галактики породившее их звездное скопление (а иным способом его орбиту установить очень сложно), то получаемые данные позволяют астрофизикам определить распределение «темной материи» в пределах Галактики. Появляется возможность измерять как степень общей «комковатости» ненаблюдаемой прямо материи, так и степень ее плотности в центре Млечного Пути. Такая информация поможет усовершенствовать математические модели «темной материи» и ее влияния на эволюцию Вселенной.

Science. 2002. V.296. №5575. P.1951 (США).

Астрономия

Планеты образуются буквально «на глазах»

Как известно, звезды конденсируются из вещества газово-пылевых облаков, причем «неиспользованная» его часть может образовать вокруг новорожденной звезды диск, в котором и формируются планеты¹. До недавнего времени изменения, происходящие в дисках, оставались для земного наблюдателя почти неразличимыми, незаметными в масштабах человеческой жизни.

В 1997 г. группа астрономов во главе с У.Хербстом (W.Herbst; Вестлианский университет в Мидлтауне, США) обнаружила в созвездии Единорога звезду, которая меняет свой блеск довольно причудливым образом. Это далекое светило, именуемое КН 15D, необычайно молодо: оно возникло не более 3 млн лет назад. Каждые несколько недель звезда тускнеет на 4%, словно нечто периодически блокирует ее излучение.

Хербст со своей аспиранткой К.Хамилтон (С.Hamilton), организовав длительные и непрерывные

¹ См. также: Как рождаются планеты-гиганты // Природа. 2003. №6. С.83–84.

наблюдения КН 15D, установили, что ее затмения наступают каждые 48.3 сут, причем спадание яркости длится 2.4 дня. Затем примерно на 18 сут наступает период минимального блеска, после чего опять же за 2.4 сут яркость звезды возвращается к норме. Поскольку «четные» и «нечетные» затмения развиваются несколько по-разному, можно предположить, что они вызываются не одним, а двумя невидимыми для наблюдателя объектами, делающими полный оборот вокруг звезды за 96.72 сут, причем их орбита проходит от звезды примерно втрое ближе, чем расстояние Земли от Солнца.

Астрономы предположили, что во внутренней области этого протопланетного диска, где могут формироваться землеподобные каменные планеты, действуют гравитационные возмущения, сходные с наблюдаемыми в кольцах Сатурна. Возможно, объектами, временами заслоняющие от нас звезду КН 15D, представляют собой не твердые тела, а два вытянутых скопления пыли и газа, по спирали движущиеся с каждой из сторон диска при наблюдении его «с ребра». В кольцах Сатурна источником этих возмущений являются его спутники. В диске КН 15D вещество может собираться в «спиральные рукава» под действием гравитации плотных протопланетных сгустков и даже сформировавшихся планет.

Как отметил Р.Джаявардхана (R.Jayawardhana; Университет штата Калифорния в Беркли), впервые получены свидетельства, что процесс «комкования» вещества, который в дальнейшем ведет к появлению планет, происходит всего через 3 млн лет после формирования центральной звезды.

Интересно, что эволюционные изменения в диске КН 15D происходят буквально у нас на глазах. В середине периода потускнения звезды случается кратковременное ее поярчение, но за шесть лет наблюдений оно заметно ослабло, а само время потускнения стало более длительным.

Science. 2002. V.296. №5577. P.2313 (США).

Астрономия. Техника**Телескопы продолжают расти**

В октябре 2002 г. специалисты из Калифорнийского технологического института и Университета штата Калифорния начали кампанию по сбору средств на создание оптического телескопа CELT (California Extremely Large Telescope — Экстремально большой калифорнийский телескоп). Этот инструмент будет иметь зеркало, состоящее из отдельных сегментов, и в общей сложности по диаметру втрое превысит любое из зеркал, принадлежащих знаменитой Обсерватории им.У.М.Кека (два ее оптических телескопа установлены 10 лет назад на горе Мауна-Кеа, Гавайи). В девять раз большая светочувствительность нового калифорнийского телескопа позволит изучать практически всю прошлую историю образования галактик во Вселенной и те ее области, где ныне рождаются звезды и планеты. CELT станет наземным дополнением к планируемому Космическому телескопу им.Дж.Уэбба, который придет на смену Космическому телескопу им.Э.Хаббла. Очевидно, главным конструктором CELT будет Дж.Нелсон (J.Nelson), проектировщик Обсерватории им.У.М.Кека. Предполагается, что новое его детище, как и предыдущее, — это комплект шестиугольных зеркалячек, но в значительно большем масштабе. Если кековские инструменты-близнецы состоят из 36 шестиугольных зеркал каждый, то CELT должен насчитывать 1080, действующих подобно одному цельному.

Имея 30-метровое «око», астрономы смогут вести наблюдения сквозь широчайший «цилиндр» земной атмосферы, что неминуемо поставит перед ними задачу компенсации искажающего влияния ее турбулентности. Не исключено создание кольцевой системы из семи лазерных источников, создающих «искусственную звезду» на высоте 90 км, в слое атмосферы, богатом атомами на-

трия. Быстродействующий компьютер сможет мгновенно проанализировать характер мерцания искусственных «звезд» и приспособить поверхности дополнительных зеркал для ликвидации размытия изображений. Такая техника адаптивной оптики весьма дорогостояща — до трети всех расходов на создание CELT, но сначала необходимо найти хотя бы первые 70 млн долл. для предварительной «прикидки» конструкции. Science. 2002. V.298. №5596. P.1151 (США).

Астрономия. Техника**ALMA — крупнейший радиотелескоп**

Европейская южная обсерватория (ESO) и Национальный научный фонд США (NSF) подписали соглашение о совместном создании и эксплуатации крупнейшего в мире радиотелескопа миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов¹. Полная стоимость проекта составит 650 млн долл. и будет в равных долях внесена NSF, поддерживающим работу американских и канадских ученых, и ESO, объединяющей астрономические проекты стран Западной Европы. Этот поистине исторический для мировой астрономии до-

¹ ESO Press Release 04/03 23 Feb 2003.

говор подписали 25 февраля 2003 г. генеральный директор ESO К.Цесарски (С.Cesarsky) и директор NSF Р.Колвелл (R.Colwell).

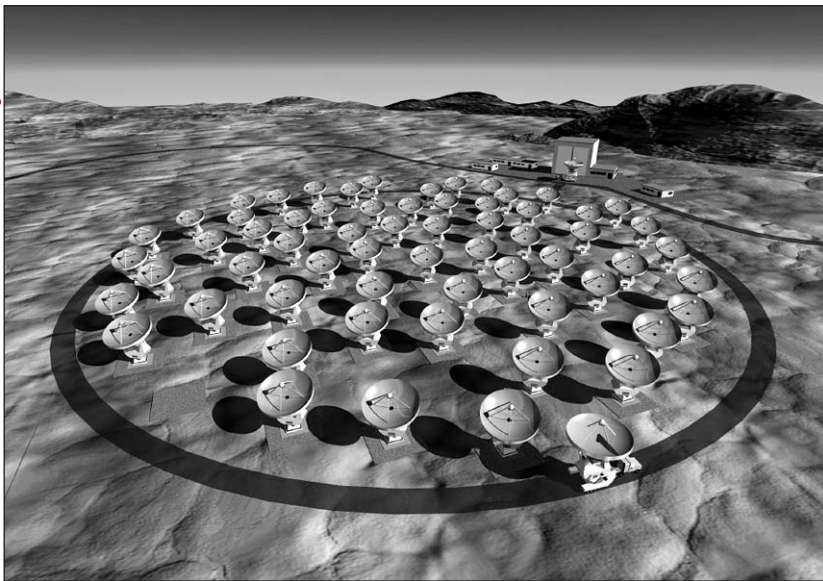
Новый радиотелескоп предполагается соорудить на высокогорном плато Чахнантор, примерно в 40 км к востоку от деревни Сан-Педро де Атакама в чилийской пустыне Атакама. Гигантская антенна телескопа ALMA (Atacama Large Millimeter Array — Атакамская большая составная антенна миллиметрового диапазона) будет состоять из 64 параболических концентраторов диаметром по 12 м каждый, объединенных в единую систему. Таким образом, эффективный диаметр составной антенны приблизится к 100 м, тогда как нынешние крупнейшие антенны миллиметрового диапазона имеют диаметры не более нескольких десятков метров. В фокусе каждого параболического рефлектора телескопа ALMA должен располагаться криогенный приемник излучения, усиленный и оцифрованный сигнал с которого по оптоволоконной линии будет подаваться в центр обработки. Там специальный компьютер (коррелятор), работающий со скоростью 16 тыс. млрд операций в секунду, будет анализировать сигналы со всех 64 антенн и синтезировать изображение высокого качества.

Поскольку водяной пар в земной атмосфере сильно поглощает



Проект синтетического радиотелескопа ALMA.

ESO PR Photo 06a/03



Общий вид будущей высокогорной обсерватории на плато Чахнантор.
ESO PR Photo 06b/03

миллиметровое и (особенно) субмиллиметровое излучение, астрономы тщательно выбирали место для установки нового радиотелескопа. Пустыня Атакама в Чилийских Андах — уникальное место для астрономических наблюдений: чистый и сухой воздух плато Чахнантор уже много лет привлекает крупнейшие астрономические проекты. После сооружения радиотелескопа ALMA эта система станет самой высокогорной обсерваторией в мире (5 тыс. м над ур.м.).

Возможность проводить наблюдения на границе инфракрасного и микроволнового диапазонов очень важна для астрономии: именно в этом диапазоне излучают очень далекие молодые галактики, расположенные «на краю Вселенной», формирующиеся звезды и планеты, мельчайшие твердые частицы (пылинки) и сложные молекулы межзвездного вещества. До последнего времени субмиллиметровый диапазон оставался наименее изученным в астрономии. Поэтому специалисты ожидают новых научных открытий сразу после вступления в строй первой очереди телескопа ALMA в 2007 г. и тем более — после окончания его строительства в 2011 г.

Как принято при эксплуатации уникальных астрономических инструментов, возможность работы с ним будет предоставлена ученым всего мира.

© В.Г.Сурдин,
кандидат физико-математических наук
Москва

Планетология

Как появляются спутники планет

Открытые Галилеем четыре крупнейших спутника Юпитера как бы воспроизводят в миниатюре Солнечную систему. Однако в последнее время многие специалисты сомневаются в том, что эти похожие, но разномасштабные системы образовались одинаковым путем.

Обычно предполагается, что юпитерианский мир начал складываться, когда его центральная планета окончательно еще не сформировалась: все необходимое уже бурлило во вращающемся вокруг молодого Юпитера диске, и небесным телам оставалось лишь создать вокруг него свой хоровод. В принципе, Солнечная система могла образоваться именно

таким путем. Но последние данные с космического аппарата «Galileo» свидетельствуют против подобного процесса рождения юпитерианской системы. Оказалось, что Каллисто — самый внешний из четверки галилеевых спутников — слишком для этого молод. Такое принципиально новое мнение высказали американские специалисты по небесной механике Р.Канеп и У.Ворд (R.Canup, W.Ward; Юго-Западный исследовательский институт в Боулдере). Они обработали информацию с «Galileo», который совершил облет каждого из спутников и выполнил детальные измерения их гравитационного поля.

Второй по близости к Юпитеру галилеев спутник — Европа — в основном состоит из твердых каменных пород, заключенных в водяную и ледяную оболочки, а Ганимед и Каллисто — почти поровну из камня и льда. При этом у Каллисто они перемешаны, а у Ганимеда разделены и в центре существует твердое каменное ядро. Такое распределение никак не отвечает принятой гипотезе формирования спутниковой системы. Плотный газовый диск с многочисленными твердыми включениями, вращаясь вокруг новорожденного Юпитера, должен был разогреться по крайней мере до 1000°C, а это слишком высокая температура, чтобы сохранилось сколь-нибудь значительное количество воды. В таком случае галилеевы спутники должны были сформироваться всего за 1 тыс. лет или даже быстрее, что маловероятно. Кроме того, вращающийся газовый диск с твердыми обломками должен был бы втянуть растущее тело («луну») в спираль и привести к падению на поверхность Юпитера. Чем массивнее диск, тем быстрее смещается захваченное им тело; со спутниками «галилеевых» размеров такой диск покончил бы всего за столетие. Но этого, как известно, не произошло...

Физик-планетолог Д.Стивенсон (D.Stevenson; Калифорнийский технологический институт в Пасадене) предлагает иной путь образования и эволюции спутни-

ков. По его мнению, они возникли значительно более медленно и уже в позднюю эпоху формирования самого Юпитера. К тому времени в окружающую планету плотным диском уже успело появиться и быстро погибнуть множество мелких спутников и тяготение Юпитера существенно расчистило от газов и обломков всю окрестную область.

Вычисления показали, что для рождения галилеевых спутников в составе диска вокруг Юпитера должно оставаться 1–2% массы планеты, а само формирование спутников — занять не менее 100 тыс. лет. Только столь растянутый процесс позволил нарастающим «лунам» потерять существенную часть своей тепловой энергии и достичь той температуры, которая соответствует состоянию ледяных тел. Низкие температуры способствовали тому, что на Каллисто лед и камень так и не смогли полностью разделиться. Менее массивный диск значительно медленнее смещал только что рожденные «луны» к центру системы.

Эта гипотеза, изложенная на конференции Американского геофизического союза (Сан-Франциско, январь 2003 г.), встречена специалистами с интересом. Новых данных они ожидают от автоматической межпланетной станции «Cassini», которая в 2004 г. начнет близкое обследование Сатурна и его спутника Титана. *Science*. 2002. V.299. №5605. P.336 (США).

Организация науки. Техника

Проект ITER: круг участников расширяется

Китай официально заявил о решении присоединиться к международному проекту ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor)¹. По размерам эта установка в два раза превзойдет уже существующие, ее оценочная стоимость 5 млрд долл., строительство начнется в 2006 г. и рас-

¹ Подробнее см.: Какая страна станет домом для термоядерного реактора ITER? // Природа. 2001. №9. С.81–82.

считано на 10 лет. КНР планирует оплатить 10% общей стоимости проекта.

Такой же взнос намерены внести и США: они заявили о возобновлении своего сотрудничества, убедившись в серьезности намерений партнеров по проекту — Японии, России и Европейского Союза — довести дело до конца.

На следующем раунде переговоров должно быть принято окончательное решение о месте строительства. Свою территорию предложили Испания, Канада, Франция и Япония.

www.iter.org; http://perst.issph.kiae.ru/inform/perst/3_3/index.htm

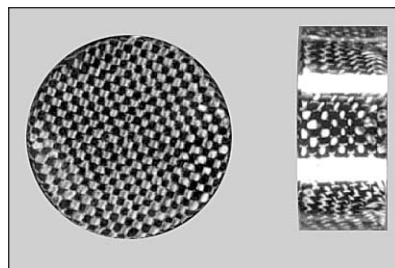
Физика

Магнит из ВТСП: выше 17 Тл при 29 К!

Японские специалисты² смогли существенно улучшить механические характеристики ВТСП-магнита $YBa_2Cu_3O_7$. При низких температурах подобные ему крупнозернистые высокотемпературные сверхпроводники способны «захватывать» магнитное поле (его величина пропорциональна критической плотности тока и объему образца) с индукцией в несколько тесла, поэтому могли бы использоваться в качестве постоянных магнитов. Однако их плохая теплопроводность и низкая прочность препятствуют широкомасштабному применению — образцы разваливаются на части под действием ими же порожденного поля.

Магнит, имевший форму диска диаметром 2.65 см, через поверхностные щели пропитали эпок-

² Tomita M., Murakami M. // *Nature*. 2003. V.21. №6922. P.517.



Образец ВТСП-магнита $YBa_2Cu_3O_7$.

сидной смолой, опутали углеродными волокнами, просверлили в его центре отверстие, вставили туда алюминиевый провод и заполнили сплавом Bi-Pb-Sn-Cd. «Захватченное» статическое поле удалось довести до 17.24 Тл при охлаждении до $T = 29$ К, образец при этом разрушен не был.

http://perst.issph.kiae.ru/inform/perst/3_04/index.htm

Физика

Можно ли создать нанотрубку из кремния?

Синтез и разнообразные исследования углеродных нанотрубок поставлены ныне на широкую ногу. А вот любые трубчатые конструкции из кремния принципиально неустойчивы из-за тетраэдрического строения его кристаллической решетки. Этого можно избежать, если в нужное место ввести атом другого элемента (металла). Индийские и японские исследователи, работая совместно, рассчитали на суперкомпьютере атомную и электронную структуры различных кластеров в системе Si-Be методом функционала электронной плотности³.

В элементарной ячейке кремния имеется неплоское шестиугольное кольцо, по конфигурации напоминающее кресло. Пара таких «кресел» с добавлением двух атомов Be дает устойчивый кластер Si_2Be_2 . При удвоении числа атомов Si происходит замечательная метаморфоза: четыре кремниевых шестиугольника становятся плоскими и выстраиваются строго друг над другом, образуя таким образом фрагмент нанотрубки с двумя атомами Be вблизи торцов. Из таких элементов можно строить трубки любой длины. Исследователи проанализировали их электронные свойства и стабильность структуры в зависимости от количества и месторасположения атомов Be. Осталось только перейти от компьютерной модели к реальной кремниевой нанотрубке.

http://perst.issph.kiae.ru/inform/perst/3_06/index.htm

³ *Nano Letters*. 2002. V.2(11). P.1243–1248.

Электроника

Электронный пучок от углеродной нанотрубки

Существенного успеха в области использования углеродных нанотрубок в качестве эмиттеров добилась группа голландских и французских физиков. Источником электронов служила изолированная многостенная трубка, закрытая на конце «шапкой» диаметром 2.7 нм. Собственно эмитирующая поверхность была еще меньше — ее диаметр составлял 2.1 ± 0.2 нм. Такой практически точечный эмиттер можно с успехом использовать в электронных микроскопах¹. Высокую разрешающую способность обеспечивают незначительность разброса по энергиям испускаемых электронов, малый диаметр пучка, а также его яркость — на порядок выше, чем у самых мощных источников. Можно с уверенностью сказать, что создание электронных микроскопов на основе углеродных нанотрубок — дело самого ближайшего времени.
http://perst.iissph.kiae.ru/inform/perst/2_23/index.htm

Зоология. Экология

Моллюсков расселяет нототения

Большинство видов морских малоподвижных или прикрепленных ко дну животных расселяется на ранних стадиях онтогенеза — яйца или личинки разносятся течениями на большие расстояния за пределы материнских популяций, благодаря чему расширяется ареал². Однако из-за очень высокой эмбриональной и личиночной смертности организмам приходится продуцировать огромное количество яиц. Но есть виды, у которых личинки развиваются либо внутри отложенных на суб-

страт яиц, либо внутри материнского организма. Плодовитость таких видов обычно не столь велика, но и уровень смертности снижен. Считалось, что расселение и малоподвижных, и даже прикрепленных животных в Мировом океане обеспечивается не только переносом яиц, молоди и мелких взрослых особей придонными течениями, но и преодолением водных пространств на оторванных от дна плавающих водорослях. Бывает, донные животные захватываются льдом и транспортируются вплоть до его таяния. А недавно обнаружен еще один способ расселения.

Группа исследователей из Университета Сан-Паулу (Бразилия) летом Южного полушария 1998/99 гг. на базе бразильской антарктической станции «Комманданте Ферраз» изучала взаимосвязи между бентапелагической нототенией-широколобкой (*Notothenia coriiceps*) и двустворчатым моллюском *Mysella charcoti*³. Этот живородящий моллюск обитает на глубинах от 6 до 351 м и обычно неглубоко закапывается в песок или полужидкий ил. В заливе возле о.Короля Георга (Южные Шетландские о-ва) было поймано 48 экземпляров рыб. Шесть из них были вскрыты для изучения содержимого пищеварительного тракта, а остальных 10 сут содержали в лабораторных бассейнах с регулируемой температурой ($0 \pm 1.0^\circ\text{C}$). В желудочно-кишечном тракте нототений были найдены сотни моллюсков, причем чуть больше половины из них (52.65%) оказались абсолютно неповрежденными. Помещенные в чашки Петри с морской водой, эти моллюски хлопали створками раковин, высовывали ногу, создавали токи воды, т.е. вели себя совершенно нормально. Живые моллюски были обнаружены и в фекалиях рыб, которые прожили в бассейнах в течение 5 сут без пищи.

Нототении пищу всасывают, поэтому никакого физического воздействия моллюски не испыты-

вают и живыми попадают в пищеварительный тракт. Многие там перевариваются, но немало и выживает, поскольку плотно закрытые створки раковины защищают тело от пищеварительных ферментов. Таким образом, нототения, поглотившая *M.charcoti* и совершая пусть и небольшие, но протяженные для моллюсков миграции, обеспечивает этим животным возможность колонизации новых местообитаний или реколонизации старых, разрушенных сползающими на шельф ледниками.

Феномен сохранения жизнеспособности различными организмами при движении через пищеварительный тракт рыб известен трофологам. Обычно это стадии жизненного цикла (споры, цисты, покоящиеся яйца), которые позволяют пережить неблагоприятные условия. Зарегистрированы также случаи прохождения через пищеварительный тракт рыб некоторых диатомовых водорослей, яиц веслоногих рачков и т.д.). Бразильские ученые описали еще один способ — расселение молоди рыбой. Исследования в очередной раз показали, что взаимоотношения между организмами чрезвычайно разнообразны и их нельзя уложить в прокрустово ложе какой-либо единой схемы.

© С.Ф.Тимофеев
 Мурманск

Ботаника. Экология

Растения сигнализируют об опасности

Еще 20 лет назад Д.Родаес получил первые свидетельства того, что растения одного вида могут реагировать на летучие вещества, выделяемые соседями другого вида при поедании их травоядными животными⁴. Получив сигнал об опасности, растение усиливает меры химической защиты и делается менее привлекательным для возможных потребителей. Результаты последующих исследований трактовались по-разному и поэтому вызвали множество споров. Од-

⁴ Rboades D.F. // Plant resistance to insects. 1983. P.55—68.

¹ О возможностях использования нанотрубок в электронике см.: Дьячков П.Н. Углеродные нанотрубки — материал для компьютеров XXI века // Природа. 2000. №11. С.23—32.

² См., напр.: Антарктические мшанки пускаются в плавание // Природа. 1996. №12. С.97—98.

³ Domaneschi O, Silva J.R.M.C. da et al. // Polar Biology. 2002. V.25. P.538—541.

нако недавно эта гипотеза убедительно подтверждена Р.Карбеном из Калифорнийского университета в Дэвисе вместе с коллегами из нескольких других американских университетов¹.

В опытах дикий табак *Nicotiana attenuata* проявлял защитную реакцию, если на растущей рядом полыни *Artemisia tridentata* повреждали листья ножницами или помещали на них насекомых-фитофагов (кобылок, личинок жуков-листогрызов или гусениц некоторых совков). О такой реакции судили по активности в листьях табака полифенолоксидазы — фермента, который, попав в кишечник насекомого с растительной пищей, взаимодействует с фенольными соединениями, что в конце концов приводит к алкилированию незаменимых аминокислот. В результате они не усваиваются листогрызом, и питательная ценность пищи снижается. При искусственном повреждении листьев полыни активность фермента в соседствующем с ней табаке была достоверно выше по сравнению с тем растением, которое росло рядом с неповрежденными кустиками *Artemisia*. Максимальная активность табачной полифенолоксидазы оказалась в тех случаях, когда полынь повреждалась насекомыми. Надо отметить, правда, что подобный эффект проявлялся лишь при очень близком соседстве, на расстояниях не более 10 см.

Сходную зависимость Карбен с соавторами обнаружили и в природных условиях: на более удаленных от полыни растениях табака доля листьев, поврежденных насекомыми-фитофагами, была заметно выше. Однако в целом соседство с полынью сказывалось на табаке скорее отрицательно, чем положительно, — образовывалось меньше цветков и семян. По-видимому, все дело в очень сильной межвидовой конкуренции, эффект которой перевешивал последствия слабого положительного взаимодействия.

¹ Karban R, Maron J, Felton G.W. et al. // Oikos. 2003. V.100. №2. P.325—332.

ли на табаке повреждение листьев соседних растений этого же вида, но никаких признаков такого влияния не обнаружили.

© А.М.Гиляров,
доктор биологических наук
Москва

Охрана природы. Океанология

В защиту коралловых рифов

В конце XX в. специалисты подняли тревогу в связи с разрушением коралловых построек во многих акваториях Мирового океана². Предполагалось, что их гибель вызвана влиянием самых разных природных и антропогенных факторов, однако более или менее достоверных данных, подтверждающих это, не было. Только в начале 2002 г. Конгресс США создал специальную комиссию для обследования коралловых рифов как в собственных территориальных водах, так и в принадлежащих тихоокеанским государствам, ранее состоявшим под опекой Соединенных Штатов — Маршалловым островам, Микронезии и Республике Палау. Всего охвачено 13 крупных регионов общей площадью около 20 тыс. км².

По результатам аэрофотосъемок составлен атлас цифровых цветных карт подводной среды обитания кораллов, а также распределения песчаных отмелей и различных видов морских растений. Установлено, что вымирание коралловых рифов — более распространенное явление, чем предполагалось; оно происходит в столь удаленных друг от друга акваториях, как центральная и западная части Тихого океана, с одной стороны, и центральная область Атлантического океана (Мексиканский залив и Карибское море) — с другой. Причины трагедии у каждого региона свои: чаще всего это болезни коралловых по-

² Подробнее см.: Несис К.Н. Эль-Ниньо и судьба коралловых рифов // Природа. 2001. №3. С.82—83; Печальная участь кораллов // Там же. 2002. №5. С.62; Траулеры ставят «клеймо» на североатлантические кораллы // Там же. №10. С.28.

липов, участвовавшие в последнее время штормы и повышение среднегодовой температуры воды. Соответственно и меры для охраны и возрождения кораллов в каждом случае должны быть разными.

Предполагается продолжить картирование с большей точностью и установить динамику пагубных процессов, в особенности связанных с деятельностью человека. По мнению морского биолога Дж.Огдена (J.Ogden; Флоридский институт океанологии), решительные меры нужно принимать уже сейчас, не дожидаясь окончания новых работ. В то же время К.Лаутенбахер (C.Lautenbacher; Национальное управление США по изучению океана и атмосферы) считает, что до получения дополнительной информации это преждевременно.

Science. 2002. V.298. №5591. P.39 (США).

Геофизика

«Молчаливое» землетрясение угрожает Японии

На о.Хонсю, в 200 км к юго-западу от Токио, находится район Токаи, давно привлекающий внимание геофизиков, сейсмологов и специалистов по геодинамике. Здесь, непосредственно у берегов Тихого океана, проходит подводный желоб Суруга — граница между Евразийской и Филиппинской плитами, что не может не влиять на тектоническую характеристику всей этой зоны. Мощные прибрежные землетрясения происходят с интервалами в среднем около 150 лет. В 1854 г. случилось катастрофическое Токийское землетрясение ($M = 8.4$). Затем местный участок земной коры был поднят надвигающейся Филиппинской плитой, но когда в 1944 г. произошло следующее сильное землетрясение ($M = 8.1$), разрыва коры не случилось.

Эти события и их возможные последствия изучают современными методами сотрудники Центра исследований динамики земной коры при Институте географической съемки Японии (Цукуба,

о.Хонсю) под руководством сейсмолога С.Одзава. Материалы наблюдений за 100 лет, а также данные, полученные с 1994 г. спутниковой системой GPS (Global Positioning System), говорят о том, что в земной коре постоянно накапливается напряжение. Затишье же в районе Токаи можно рассматривать как временный «сейсмический пробел», и в дальнейшем, когда напряжение превысит критическую величину, вероятны новые мощные толчки.

К району Токаи прилегает п-ов Идзу, от которого отходит цепочка одноименных островов. С июля по сентябрь 2000 г. здесь отмечался ряд значительных сейсмovolканических событий, которые привели к горизонтальному смещению земной коры в районе Токаи к юго-востоку, а в районе Канто, расположенном в центре о.Хонсю, — на северо-восток. Это несомненно вызвано подвижкой магмы под о-вами Идзу, имеющими вулканическое происхождение. С октября 2000 г. активность недр пошла на убыль, и деформация коры в районах Токаи и Канто вернулась к состоянию, характерному для 1997—1999 гг., когда темпы смещения были почти постоянными. Однако с наступлением 2001 г. начался, по данным GPS, новый этап движения земной коры, причем к июню он приобрел аномальный характер: на западе Токаи перемещение в юго-восточном направлении менее чем за полгода достигло 2 см, тогда как в 1997—1999 гг. смещение постоянно шло на северо-запад; наблюдения 2001 г. указывают на возможность асейсмического сброса в зоне между Филиппинской плитой и надвигающейся на нее Евразийской. В 2002 г. участок коры к востоку от оз.Хамана поднялся на 2 см; здесь же наблюдалось максимальное горизонтальное смещение. Деформация коры на о-вах Идзу свидетельствует о продолжении событий 2000 г. со значительной большей интенсивностью.

Согласно предыдущим исследованиям «молчаливых» землетрясений, асейсмические сбросы должны совершаться в слабо свя-

занных между собой регионах. Использование электромагнитных данных позволяет назвать по меньшей мере два ранее не выявленных «молчаливых» события (1978—1983 и 1987—1991), которые происходили вблизи от событий 2001 г. Хотя они не привели к катастрофическому разрыву коры, опасность продолжает существовать: нынешний асейсмический сброс на западе Токаи нарушает сложившееся состояние недр.

Science. 2002. V.298. №5595. P.919, 1009 (США).

Вулканология

Мауна-Лоа готовится к извержению

Среди действующих на Земле вулканов Мауна-Лоа, расположенный на юге о.Гавайи, — самый высокий: считая от морского дна, он достигает 9 тыс. м, из них 4170 м возвышаются над уровнем Тихого океана. То, что с 1984 г. он не извергался, отнюдь не позволяет считать его окончательно погасшим — из многочисленных расселин на склонах почти непрерывно выделяются пар и газ. Северо-восточнее и юго-западнее Мауна-Лоа протянулись активные рифтовые зоны, а на самой вершине вулкана находится свежая кальдера Моку'Авеовео, которая прячется внутри более древней и крупной, диаметром до 8 км. Отсюда неоднократно изливались потоки лавы, продвигавшиеся на 100 км от источника. Судя по геологическим данным, подобное крупномасштабное извержение происходило около 105 тыс. лет назад. Однако последние 18.5 тыс. лет Мауна-Лоа пребывал в относительном покое.

Специалисты благодаря отсутствию извержений могли вести наблюдения непосредственно в кальдере и вплотную к расселинам. Измерения показывали, что земная поверхность здесь почти постоянно опускается, а это говорит о частичном уходе магмы на большую глубину. За 1993—1994 гг. диаметр кратера сократился на 7 см, на столько же за 1996—2000 гг.

осела юго-восточная часть дна кальдеры.

Все круто изменилось в середине мая 2002 г., когда опускание резко сменилось подъемом дна кальдеры Моку'Авеовео и самой вершины вулкана. Этому предшествовал рой мелких землетрясений, возникших 24 апреля и продолжавшихся менее двух суток. Большинство эпицентров располагалось в кальдере или немного юго-западнее. Магнитуды толчков составляли от 1.1 до 1.7, а глубина залегания очага — от 26 до 43 км. Лишь самый сильный толчок имел магнитуду 2.5, но тогда еще ни наклонометры, ни приборы, регистрирующие растяжение земной коры, ни данные спутниковой системы GPS не указывали на сколь-нибудь заметную деформацию кратера, участков верхней рифтовой зоны или склонов горы. Только в конце мая приборы системы GPS начали отмечать усилившееся растяжение земной коры между станциями, расположенными на противоположных сторонах Моку'Авеовео, что должно соответствовать разрастанию магматической камеры, центр которой находится примерно на глубине 5 км под кальдерой. Космическая съемка подтвердила подъем вершины горы на 2 см.

Еще более крутой переход от медленного опускания к быстрому подъему начался 12 мая. Растяжение земной коры пошло в темпе 5—6 см/год. К концу сентября кальдера расширилась на 2 см по сравнению с 12 мая. Все это свидетельствовало о значительном перемещении магмы в подземном резервуаре.

Довольно подробные инструментальные наблюдения за вулканом ведут сотрудники Гавайской вулканологической обсерватории уже 35 лет. За последние годы склоны и вершина Мауна-Лоа были оснащены более совершенными приборами, что существенно расширило возможности обнаружения и оценки любых геофизических событий.

Bulletin of the Global Volcanism Network. 2002. V.27. №9. P.2 (США).

Вулканология

Извержение Этны

Этна — один из древних и весьма долгое время наблюдаемых объектов вулканизма. Первые исторические сведения относятся приблизительно к 1500 г. до н.э. Составляющий часть Этны вулкан Монгибелло, усеянный многочисленными кальдерами, образовался в позднем плейстоцене—голоцене поверх еще более древнего вулкана. Длительные периоды взрывных извержений, сопровождаемые незначительным излиянием лавы из одного-двух наиболее заметных вершинных кратеров (последний возник в 1978 г.), изредка сменяются обильными выбросами газов из вновь возникших расщелин. Обычно они развиваются сверху вниз почти от самой вершины; из расщелин на высоту до нескольких сот метров поднимаются фонтаны огненной лавы, которая подается ритмично повторяющимися взрывами в открытом жарле вулкана. Все это сопровождается мощными звуковыми эффектами и ярким свечением. Пепла выбрасывается не так много, поэтому облака обычно бывают белыми. Порожденные Этной лавовые потоки при подобных явлениях не раз достигали моря.

В последние годы события протекали так. После яростных взрывов на склонах горы в июле и августе 2001 г. Этна в продолжение более 10 мес вела себя довольно мирно, если не считать обычных для нее выделений дыма из четырех кратеров на вершине. Но с начала июля 2002 г. северо-восточный кратер ожил и начал выбрасывать вулканические бомбы. Активность все нарастала, и 12 сентября взрывы следовали один за другим с интервалами 2—3 мин. Комья раскаленной лавы долетали до другого, пока дремавшего кратера Ворраджине. Через 10 сут на северном склоне горы внезапно произошло землетрясение ($M=3.7$ по шкале Рихтера), затем опять последовал тихий период, но уже в ночь на 26 октября сейсмоприборы на о.Сицилия записали начало роя мелких

землетрясений. Не прошло и трех часов, как на склонах вулкана, у подножия которого расположена Катания (второй по величине город этого острова), началось извержение. Всего за четверо суток было зарегистрировано около 500 подземных толчков, с вершины горы раздавались мощные взрывы. Утром 27 октября ученые обнаружили новые расщелины, из которых пламя и фонтаны раскаленной лавы поднимались на высоту от 100 до 300 м. Возник обильный пеплопад: за трое суток слой пепла в районе Катании составил примерно 2.5 кг/м^2 поверхности. К 31 октября один из лавовых потоков, продвинувшись на 2 км, замер, а другой продолжал спускаться еще двое суток.

Установленный на вертолете прибор регистрации теплового излучения позволил обнаружить участки свежей, только начавшей затвердевать коры и предположить образование «лавовой трубы», по которой движутся новые порции лавы. Этот процесс окончательно завершился лишь 5 ноября. Казалось, на северном склоне вулкана активность несколько пошла на спад; лишь мелкие струйки лавы временами стекали из трещин. Но на высоте около 2700 м 12 ноября возобновились взрывы.

Исследователи обращают внимание на то, что для Этны подобное поведение нехарактерно. Вероятно, за предыдущий период покоя в подземном резервуаре скопилось большое количество магмы, проникшей в зону разломов земной коры. Перемежающиеся приступы вулканического пароксизма продолжались до самого конца 2002 г. под пристальным наблюдением итальянских и французских ученых.

Bulletin of the Global Volcanism Network. 2002. V.27. №10. P.9; №11. P.12 (США).

География

Новости из вечной мерзлоты

В 1838 г. российский академик К.М.фон Бэр (1792—1876) выступил в Лондоне на заседании Коро-

левского географического общества. Его доклад был встречен весьма благосклонно, но одно из положений вызвало скептические улыбки. Это касалось сообщения о том, что в Центральной Сибири почва местами промерзает на глубину более 100 м. Поверить в это европейские ученые мужи тогда не смогли. Сегодня вечной мерзлотой (или пермафростом) называют любую подповерхностную структуру, в которой температура ниже 0°C сохраняется минимум два года подряд. И это не какой-то географический курьез — такие условия охватывают почти четверть земной поверхности. Кое-где в Сибири мощность пермафроста достигает 1.5 км. Об интересе к столь своеобразному и широкомасштабному явлению свидетельствует, в частности, состоявшаяся в конце 2002 г. конференция Американского геофизического союза, где ему был посвящен один из главных симпозиумов. Сообщения были разносторонними, как и само явление.

Географическое распространение вечной мерзлоты, мощность слоев и их состав могут существенно изменяться за относительно небольшое по геологическим масштабам время. Реконструировать природные условия отдаленных эпох в конкретном регионе помогают остатки растений, животных, предметов деятельности человека и останки его самого.

Большой интерес проявляют специалисты к построению числовых и стохастических моделей, описывающих поведение пермафроста при изменении природных условий. Последние модельные исследования М.Стенделя и Дж.Х.Кристенсена (M.Stendel, J.H.Christensen) убедительно показывают, что в Северном полушарии в течение ближайшего столетия в результате антропогенного воздействия на климат может произойти, а в некоторых районах уже реально наблюдается существенное разложение вечной мерзлоты. Это влечет за собой серьезные нарушения экологических систем.

Пермафрост — неплохой «архив» данных о динамике температур на поверхности Земли. И действительно, недавние измерения, выполненные при бурении в Северной Америке и Евразии, позволили установить, что за истекшую половину XX в. температуры вечномерзлого слоя существенно повысились на обоих континентах. И эта тенденция, очевидно, возрастает. Так, на севере Аляски за столетие (1880—1980) температура почвы поднялась на 2—4°C, а согласно данным, полученным в той же самой скважине в 2002 г., она выросла еще на 3°C. Потепление подпочвенных пород в северо-западной части Канады составило за последние десятилетия около 2°C. На севере провинции Квебек неглубокие слои мерзлоты с середины 90-х годов потеплели на 2°C. Подтверждают существование такой тенденции (хотя не столь сильно выраженной) и на северо-западе Сибири А.В.Павлов и Н.Г.Москаленко. Заметна она даже под высокогорными ледниками Европы, изученными британскими специалистами.

Все это происходит не без заметных последствий. Нередко с увеличением активного слоя (т.е. сезонно тающей массы над вечной мерзлотой) и сокращением верхушки самого пермафроста поверхность значительно проседает (поскольку плотность льда меньше плотности воды). Вслед за этим меняются топографические, биологические и гидрологические характеристики местности, возникает сильно пересеченный район термокарста. Иногда события принимают драматический характер. В центральной области Аляски, где температуры под самой поверхностью всего на 1—2°C ниже точки замерзания, уже отмечены проседания на 2.5 м — здесь березовые рощи уступают место новым болотам и топям. Площадь пермафроста под субарктическими торфяниками за истекшее столетие заметно уменьшилась.

По мере повышения температуры способность нести нагрузку

у насыщенного льдом пермафроста резко снижается. Дома, дороги и другие сооружения оказываются под угрозой проседания и даже разрушения. Вычисления показали, что постройки на нефтяных месторождениях по берегам бухты Прадхо (север Аляски) при современных темпах потепления пока еще следует считать стабильными, но можно ли так говорить о весьма протяженных нефтепроводах и установках по добыче нефти в Западной Сибири, остается неясным.

Сложность мерзлотоведческих работ вызвана труднодоступностью большинства областей пермафроста. Тем более высокой оценки заслуживает работа коллектива немецких специалистов из GEOMAR'a (г.Киль), которые изучали и картировали обширный подводный район вечной мерзлоты, образовавшейся в плейстоцене у берегов моря Лаптевых. Оказалось, что здесь пермафрост подстилает более молодой слой морских осадков немалой мощности. Это может иметь существенное геологическое и горнодобывающее значение.

Не все изменения, происходящие с пермафростом, обусловлены климатическими факторами. Геокриологам надлежит отделить влияние климата от местных антропогенных воздействий, для чего необходимо собрать и сопоставить множество фактов, зачастую известных лишь небольшой группе ученых соответствующей страны. Чтобы преодолеть эту трудность, Международная ассоциация исследователей вечной мерзлоты (International Permafrost Association — IPA) создала специальный орган — Global Terrestrial Network for Permafrost (Глобальная сухопутная сеть пермафроста; адрес в Интернете <http://nsidc.org/>). Недавно в Боулдере (штат Колорадо) открылся Центр данных по мерзлым грунтам, тоже находящийся под эгидой IPA.

Geophysical Research Letters. 2002. V.29. P.10; Permafrost Periglacial Proceedings. 2002. V.14. P.43; Science. 2002. V.299. №5613. P.1673 (США).

Климатология

Глобальное потепление: всерьез и надолго?

В 70-х годах прошлого века большинство климатологов считали, что нынешнее межледниковье близится к концу и вскоре нас ждет очередное глобальное похолодание: по геологическим данным, два предыдущих интергляциальных периода продолжались не более 10 тыс. лет каждый. Современная послеледниковая эпоха, голоцен, началась примерно столько же лет назад и, казалось бы, должна близиться к концу. Однако новейшие математические модели показывают, что, если не будет резкого падения концентрации в атмосфере CO₂, межледниковье продлится еще 50 тыс. лет, причем климат на Земле станет самым теплым за последние несколько десятков миллионов лет. Следующий максимум оледенения наступит приблизительно через 100 тыс. лет — столь длительным межледниковье за последние 500 тыс. лет было лишь однажды, примерно 400 тыс. лет назад. Science. 2002. V.297. №5585. P.1287 (США).

Климатология. Гидрология

Сток рек в Северный Ледовитый океан растет

В последние годы установлено, что глобальное потепление особенно сильно влияет на арктические районы Земли. Однако и полярная область Северного полушария также оказывает мощное воздействие на климат планеты в целом. Механизмы этих взаимодействий в значительной мере связаны с гидрологическим циклом, включая перенос влаги из низких и средних широт в высокие. По мере повышения средних температур он возрастает, приводя к распреснению вод Северного Ледовитого океана¹.

Бассейны рек, впадающих в Ледовитый океан, составляют в сумме около 22.4 млн км² — примерно

¹ См. также: Океаны теряют тепло, атмосфера теплеет // Природа. 2000. №10. С.19.

в полтора раза больше, чем акватория самого океана; поэтому значение речного стока в этом регионе очень велико. Основная часть влаги поступает в океан из небольшого числа великих рек Евразии — Енисея, Колымы, Лены, Оби, Печоры и Северной Двины. По оценкам, на каждый градус глобального потепления эти реки отвечают ростом поступления воды в Ледовитый океан, близким к 212 км^3 . За XX в. температура приповерхностного слоя атмосферы Земли поднялась на $0.6 \pm 0.2^\circ\text{C}$. Следовательно, среднегодовой сток этих рек должен был увеличиться приблизительно на 130 км^3 .

Проследить такие изменения по наблюдательным данным (сток вышеперечисленных рек измеряется с 1930-х годов) и интерпретировать их взялся коллектив специалистов из Германии, России и США во главе с Б.Дж.Петерсоном (B.J.Peterson; Морская биологическая лаборатория в Вудс-Холе, США). Установлено, что с 1936 по 1999 г. среднегодовое поступление вод из этих рек увеличилось на 7%, рост составлял около $2.0 \pm 0.7 \text{ км}^3/\text{год}$. Таким образом, изменения в стоке хорошо коррелируют со средними глобальными температурами.

Согласно одной из теорий, расплескивание вод Северного Ледовитого океана должно привести к замедлению формирования Северо-Атлантических глубинных вод и Атлантической термохалинной циркуляции. В случае если средняя температура планеты к 2100 г. повысится на 5.8°C (а это допускается рядом экспертов), поступление пресных вод в Ледовитый океан может увеличиться на $1260 \text{ км}^3/\text{год}$. Тогда, согласно компьютерным моделям, построенным под руководством С.Рамсторфа (S.Rahmstorf; Потсдамский институт, Германия), термохалинная циркуляция в Северной Атлантике может полностью прекратиться. 11 тыс. лет назад такое явление привело к наступлению резкого похолодания во всей Европе.

Science. 2002. V.298. №5601. P.2087, 2110, 2171 (США).

Метеорология. Медицина

Кто виноват — смог или грипп?

Эпидемиолог профессор Д.Дейвис (D.Davis; Лондонская школа гигиены и тропической медицины) совместно с аспиранткой М.Белл (M.Bell; Университет им.Джонса Гопкинса в Балтиморе, США) решили наконец установить истинные причины высокой смертности жителей Лондона в первые месяцы 1953 г. А дело было так. В начале декабря 1952 г. в атмосфере над Лондоном и его пригородами установилась зона высокого давления. Погода стояла холодная и безветренная. В то время большая часть квартир и домов отапливалась каменным углем, содержащим значительную примесь серы. Поскольку печи топились непрерывно, возник сильнейший смог, насыщенный диоксидом серы и сажей. Через четверо суток он начал ослабевать, но его последствия оказались серьезными: множество людей стали страдать от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний. Министерство здравоохранения Великобритании отнесло на счет смога от 3.5 до 4.0 тыс. случаев летального исхода, которые произошли до 21 декабря (смертность в тот период превышала обычную втрое); всякую же кончину, наступившую позже, официальные органы сочли не связанной с этим метеорологическим явлением. Однако число умерших в Большом Лондоне за первые три месяца 1953 г. превысило средний уровень более чем на 8.5 тыс. Свыше 5.5 тыс. смертей медицинская статистика признала следствием эпидемии гриппа, а почти 3 тыс. оказались в графе «по невыясненным причинам».

Для установления истины Дейвис и Белл изучили обращения в страховые компании, регистратуры больниц и поликлиник, газетные сообщения с описаниями локальных случаев эпидемии и т.п. В результате исследователи пришли к выводу, что главным виновником смертей был не грипп, а смог: именно он вызвал значи-

тельную часть случаев пневмонии и бронхита.

В Великобритании и других государствах Западной Европы и Северной Америки тот давний урок был учтен. В частности, камины в Лондоне уже много лет запрещены (осталась лишь их электрическая имитация), приняты серьезные меры для борьбы с загрязнением воздушного бассейна. Однако во многих развивающихся странах проблема не решается и по сей день. По данным Всемирной организации здравоохранения, промышленные и транспортные выбросы обходятся человечеству приблизительно в 600 тыс. жизней в год.

Science. 2002. V.298. №5601. P.2107 (США).

Палеоклиматология

Реконструкция палеоклимата: степень приближения

На основании чего реконструируется климат минувших эпох и насколько надежны используемые данные? К этой проблеме обратился М.Э.Манн (M.E.Mann; Университет штата Виргиния, США).

Непосредственные инструментальные измерения температуры земной поверхности начались всего около 100 лет назад. Поэтому для более отдаленного времени берутся косвенные показатели климатических колебаний. Но ради надежности необходимо сопоставлять их с инструментальными данными, полученными в периоды, когда те и другие перекрывают друг друга. Однако за исключением информации, извлекаемой при анализе колонок донного грунта, остальные данные весьма приблизительны.

Попытки восстановить климатические условия более чем за несколько последних столетий опираются на такие факторы, как ширина годовичных колец на древесном спиле, рост коралловых построек, отложения осадочных пород и на немногочисленные исторические свидетельства. Но метод определения годовичных колебаний погоды по древесным кольцам

подвержен ряду ограничений: информация охватывает лишь субполярную сушу; данные о ширине колец, собранные в большинстве регионов Земли, отражают условия, существовавшие в теплое время года, а о холодном позволяют судить только виды растений, встречающиеся в полусухих местностях, а также в Средиземноморье; могут вводить в заблуждение влияние вулканической активности и иные локальные события (зимой вулканизм способен приводить к потеплению, а в летний сезон — к понижению температуры) и т.д.

Состояние коралловых построек, зависящее от температуры и солености морской воды, действительно говорит о климатических переменах в тропиках и субтропиках в течение целого года, но данные сразу за несколько столетий очень редки.

Существенно дополняют «древесную» и «коралловую» информацию колонки льда, полученные при бурении в полярных и высокогорных тропических и субтропических районах. Но в масштабе всей планеты они слишком малочисленны, к тому же бесспорная интерпретация содержания изотопов кислорода в колонках льда и их связи с температурной изменчивостью атмосферы еще довольно трудно достижима, да и точное их датирование по годам — тоже. Наконец, палеометеорологическая информация, извлекаемая из старинных письменных источников, к сожалению, ограничена несколькими областями Европы и Азии. Вот почему методика «многих приближений» к истине основана на взаимном дополнении разнообразной информации.

Более или менее четко калиброванные связи определяются лишь для XX в., когда влияние человеческой деятельности стало очевидным, но автоматически переносить это на далекое прошлое недопустимо. Надо все же признать, что математическое моделирование, учитывающее влияние на климатические условия антропогенных факторов (например, повышение температур на 1.5—

2.5°C в случае удвоения содержания CO₂ в атмосфере), приводит к достаточно реальным выводам и неплохо совпадает с реконструкциями, опирающимися на ряд «приближений». Одна из моделей, включающая данные об углеродном цикле в природе, сумела воспроизвести реально происходившие естественные вариации концентрации CO₂, имевшие место в прошлом. Да и ряд моделей, описывающих климатические последствия изменений в характере землепользования XIX и XX вв., находятся в хорошем согласии с реконструкциями, построенными иными методами.

Манн считает, что пространственные и временные детали климатических перемен, происходивших за последнее тысячелетие, станут ясными лишь после того, как исходные данные о состоянии среды окажутся значительно более полными, надежными и будут иметь значительно лучшую разрешающую способность.

Science. 2002. V.296. №5569. P.848; V.297. №5586. P.1481 (США).

Палеоантропология

И снова предок

На сломе веков были сделаны четыре находки ископаемых гоминид, поражающих своей древностью. О первых трех, на востоке Африки, в Кении и Эфиопии, «Природа» недавно писала¹. И вот — четвертая.

Все более или менее значимые африканские открытия совершались либо на южной оконечности материка (первый австралопитек), либо на востоке, в районе рифтовой долины, которая последние десятилетия успешно претендовала на роль главной (если не единственной) колыбели гоминид. В Центральной Африке был обнаружен лишь один (скорее всего туниковый) вид австралопитека — *Ababrelghazali*. Тем большей неожиданностью оказалось то, что самая древняя (и самая последняя) из находок происходит именно из

¹ Виноградов Г.М. Наше фамильное древо снова ветвится // Природа. 2002. №3. С.73—75.

этой части континента: превосходно сохранившийся череп возрастом 6—7 млн лет обнаружен в 2001 г. на севере Чада, в пустыне Джураб, в 2500 км к западу от Восточно-Африканского рифта.

Лицевая часть находки, судя по строению зубов, сочетает как примитивные, так и относительно продвинутые черты. Черепная коробка удлинена, что характерно скорее для обезьян. Объем головного мозга древнего существа небольшой (~350 см³). Такая мозаика признаков свидетельствует о самых ранних этапах эволюции группы.

Кроме черепа, найдены фрагменты останков еще пяти особей. В июле 2002 г. коллектив ученых из Испании, США, Франции, Чада и Швейцарии описал по ним новый род и вид гоминид *Sabelantropus tchadensis*. Анализ окаменелостей, собранных вместе с фрагментами *S.tchadensis* (от рыб и крокодилов до слонов и быков), позволяет утверждать, что некогда здесь был берег большого озера, вокруг которого лежала саванна, переходящая в песчаную пустыню. Ни вулканического пепла, ни других отложений, пригодных для изотопного анализа, поблизости не было, поэтому возраст находки определили по составу сопутствующей фауны (аналогично другим надежно датированным местонахождениям окаменелостей).

О положении *S.tchadensis* на филогенетическом древе говорить пока преждевременно, но несомненно одно: древнейшие гоминиды были распространены в Африке значительно шире, чем предполагали еще недавно.

Nature. 2002. V.418. №6894. P.133—135, 145—155 (Великобритания).

Палеонтология

Уникальная сохранность гадрозавра

Огромный интерес среди участников 62-й ежегодной конференции Американского общества палеонтологии позвоночных (Норман, октябрь 2002 г.) вызвал доклад

палеонтолога-любителя Н. Мерфи (N. Murphy), который продемонстрировал отлично сохранившиеся ископаемые остатки утконосного динозавра (гадрозавра) из рода *Brachylophosaurus*.

Скелет этого ящера, обитавшего на северо-западе США около 77 млн лет назад, представлен 90% костей, что случается весьма редко. Но совершенно уникально то, что специалисты впервые смогли увидеть окаменелые отпечатки 80% его кожного покрова. Все остатки гадрозавра, достигавшего длины 6,7 м, удалось аккуратно и почти без повреждений извлечь из 6,5-тонного блока вмещающей его породы.

В окаменелом виде сохранились горловая часть и мускульные ткани плечевого пояса; в грудной и тазовой полостях можно различить остатки пищи растительного происхождения. Канадский палинолог Д. Браман (D. Braman) сумел идентифицировать более 40 видов растений из пищеварительного тракта гадрозавра. Среди них оказались различные виды пресноводных водорослей, папоротников (Нератика) и, что особенно интересно, покрытосемянных (цветковых).

Находка динозавра столь уникальной сохранности — настоящая палеонтологическая сенсация. *Science*. 2002. V.298. №5595. P.957 (США).

Палеонтология

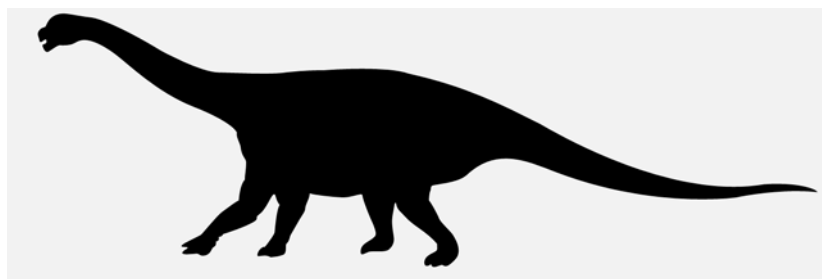
Ферганозавр Верзилина

Недавно в научной печати появилось описание нового динозавра из среднеюрских отложений Ферганы¹. Ящер, названный *Ferganosaurus verzilini*, принадлежит группе завропод (*Sauropoda*), представители которой характеризуются сближенным положением носовых отверстий и глазниц, немногочисленными зубами на небольшой голове, длинной шеей, массивным туловищем, колоннообразными конечностями. Работа основана на достаточно давней находке, имеющей свою историю.

¹ *Alijanov VR, Averianov AO. // J. of Vertebrate Paleontology. 2003. V.23. №2. P.358—372.*



Местонахождение остатков ферганозавра (показано звездочкой) в Киргизии.



Так мог выглядеть ферганозавр Верзилина.

Еще в июле 1966 г. геологический отряд Ленинградского государственного университета под руководством Н.Н. Верзилина обнаружил фрагментарный скелет крупного динозавра в 5 км западнее г. Таш-Кумыр (Киргизия). Его остатки залегали в отложениях верхней части балабансайской свиты (средняя юра, келловей). Вскоре были организованы раскопки ящера; они проводились отрядом из Палеонтологического института АН СССР под руководством А.К. Рождественского, известного отечественного специалиста по динозаврам. К сожалению, в захоронении отсутствовал череп, шейные и некоторые хвостовые позвонки, а также обе стопы и правая кисть. Рождественский готовился опубликовать научное описание нового ящера, но при его жизни работа до печати не дошла, а рукописи в архиве ученого обнаружить не удалось. Вместе с тем он неоднократно упоминал о находке динозавра из Балабан-

сайского местонахождения, писал о принадлежности этого ящера завроподам, о необходимости дать ему новое научное название и даже использовал предварительное — ферганозавр² (именно оно и воспроизводится в первоописании как название рода). Сейчас скелет хранится в фондах Палеонтологического института РАН.

Общая длина ферганозавра при жизни могла достигать 18—20 м. Однако главная черта этого ящера заключается в уникальном сочетании архаичных и продвинутых признаков в строении спинных, тазовых и хвостовых позвонков, а также конечностей. Например, бедренные кости сигмоидально изогнуты, что несомненно является архаичным признаком. Большая часть особенностей скелета носит вторично измененный характер. Так, фаланговая формула кисти (2-2-2-2-1) сокращена; пять

² *Рождественский АК. Находка гигантского динозавра // Природа. 1968. №2. С.115—116; Он же. За динозаврами в Губи. М., 1969.*

позвонков тазового отдела позвоночника сращены друг с другом; на первом хвостовом позвонке развиваются мощные гребни между поперечно-реберными отростками и невральнoй дугой; метакарпалии расположены вертикально и полукругом, что, вероятно, связано с удлинением передних конечностей и усилением их опорной функции при увеличении веса; седалищный отросток подвздошной кости редуцирован в размерах и т.д. Все это позволяет охарактеризовать ферганозавра как весьма продвинутого представителя завропод и классифицировать его в составе кладистического таксона Neosauropoda, к которому принадлежат диплодокоидеи и брахиозавроидеи, доминировавшие в поздней юре, а также титанозавры, достигшие большого разнообразия в меловое время. Однако из-за неполноты материалов балабансайский ящер пока не может быть уверенно включен ни в одну из последних групп.

Интересно, что первые довольно архаичные завроподы, или вулканодонтиды, появились в позднем триасе (Таиланд) и, судя по находкам в Индии, Китае, Южной Африке и Европе, достигли пика разнообразия в ранней юре. В среднеюрское время распространяются более продвинутые эузавроподы: цетиозавриды (Европа, Южная Америка) и эухелоподиды (Китай, Южная Америка). Тогда же появляются и первые брахиозавроидеи, остатки которых открыты в Северной Африке, Южной Америке и Европе. География находок представителей последней группы указывает на то, что неозавроподы в целом имеют среднеюрские, а возможно, и более ранние корни.

Ряд особенностей строения хвостовых позвонков, отмеченные у ферганозавра, свойственны некоторым диплодокоидным завроподам. Если это обстоятельство удастся подтвердить новыми данными, а поиски в Ферганской долине в последнее время проводятся регулярно международной группой палеонтологов, то появится возможность более точно судить

о времени происхождения диплодокоидей, распространение которых, как установлено ныне, ограничивается только поздней юрой (Северная Америка, Азия и Африка) и ранним мелом (Африка).

Работа поддержана Jurassic Foundation, грантом Министерства науки НШ 1840.2003.4 и Фондом содействия отечественной науке.

© **В.Р.Алифанов**,
кандидат биологических наук
Москва

А.О.Аверьянов,
доктор биологических наук
Зоологический институт РАН
Санкт-Петербург

Геохимия

Озера-убийцы

Жители района Нжиндун на западе Камеруна хорошо помнят август 1984 г., когда с поверхности оз.Монун внезапно поднялось белое облако, в считанные минуты своим дыханием погубившее 37 человек. Двамя годами позднее еще более страшная катастрофа разразилась на оз.Ниос, находящемся вблизи камерунской границы с Нигерией: мгновенный выброс газов вызвал смерть 1800 жителей окрестных деревень и всего домашнего скота¹. Первый же анализ показал, что со дна обоих озер поднимался удушливый углекислый газ. По мнению ученых, угроза нового бедствия сохраняется в обоих районах.

Как выяснилось, через расщелины на дне обоих озер просачиваются газы вулканического происхождения, накапливаются в воде, и когда их концентрация превысит критический уровень, вода вскипает, как шампанское, и газ вырывается наружу. Много лет подряд исследованием этих явлений занимается японский геохимик М.Кусакабэ из Университета в Окаяме. Он считает, что оз.Монун значительно более опасно, чем оз.Ниос, хотя оно много меньше и вдвое уступает по глубине.

¹ Укрощение озера-убийцы // Природа. 2001. №9. С.29.

Дело в том, что основное скопление CO₂ в Ниосе лежит на большей глубине, а в Монуне — только в 60 м под поверхностью. И если этот насыщенный газом слой всплывет хотя бы еще на метр, может образоваться гигантский «пузырь», несущий смерть на поверхность.

Первые попытки укротить оз.Ниос проводились с 2001 г. Сейчас ясно, что трубы, установленные на плотках посередине водоема, действительно выкачивают из его глубин углекислый газ, но процесс идет чрезвычайно медленно. Более того, не исключено, что при используемой технологии именно она может нарушить стратификацию вод. В январе 2003 г. начались работы по обезвреживанию оз.Монун. Японские специалисты перевезли на двух плотках трубы и измерительные приборы, а другой комплект оборудования задействовал французский инженер М.Хальбвахс (М.Halbwachts; Савойский университет). Опущенная на дно полиэтиленовая труба диаметром 10 см должна служить подобием «соломинки», с помощью которой пьют напитки: сначала через нее отсасывают влагу, а затем насыщенная газом вода фонтанирует сама под воздействием существующего внизу давления. Были опасения, что операция может привести к возникновению придонных течений, а те вызовут выброс CO₂. Но после соответствующих измерений состояние водоема признали стабильным (все же район был оцеплен войсками и к нему никого, кроме участников работы, не подпускали). Специалисты считают, что за ближайшие два года из Монуна будет изъято 28 тыс. т CO₂, а этого достаточно, чтобы опасность миновала. Что касается оз.Ниос, то, как недавно установлено, накопление у дна новых масс диоксида углерода идет почти в том же темпе, как и его откачивание. За все время эксперимента из 500 тыс. т газа, содержавшегося в воде, изъято лишь около 6%. Так что на полное «обеззараживание» Ниоса при нынешних темпах может уйти от 30 до 50 лет, за которые не ис-

ключена вероятность новой катастрофы.

В свете всех этих событий ученые обеспокоены состоянием гигантского озера Киву — одного из крупнейших среди Великих африканских озер. Выяснилось также, что в его водах количество диоксида углерода в тысячу раз превышает содержание этого газа в озерах Ниос и Монун, взятых вместе. Кроме того, там растворено около 55 км³ весьма огнеопасного метана. В 2002 г. в воды Киву вторгся мощный поток лавы, который был извергнут ближайшим к озеру вулканом Ньирагонго¹; к счастью, он не нарушил стратификации слоев воды. Но следует учитывать, что этот водоем лежит непосредственно на активном рифте, так что расщелины в земной коре вполне могут широко раскрыться, дав выход вулканическим газам. Тогда, согласно подсчетам специалистов, последствия могут оказаться сравнимыми со взрывом атомной бомбы.

Science. 2003. V.299. №5608. P.805 (США).

Археология

Древний народ на берегах Амазонки

Европейцы добрались до Амазонки через полвека после открытия Колумбом Америки. В 1542 г. около 60 испанских конкистадоров во главе с Франсиско де Орельяна поднялись вверх по течению почти на 6 тыс. км. Из отчетов группы следовало, что нижняя треть речной долины освоена людьми чрезвычайно плотно, очень крупные поселки и деревни располагались «на расстоянии полета стрелы». Однако спустя всего несколько десятилетий новые экспедиции обнаружили здесь лишь редкие мелкие поселения, поэтому рассказы о многочисленности местных жителей сочли за выдумку.

Почему же не были заселены плодородные с виду берега Амазонки? Ответ на этот вопрос нашли американские археологи

¹ Ньирагонго — примечательный вулкан Африки // Природа. 2003. №1. С.86.

К.Эванс и Б.Меггерс (С.Evans, В.Meggers; Смитсоновский институт в Вашингтоне) еще в 50-х годах прошлого века: здешние почвы очень бедны органикой и не могут долгое время приносить хорошие урожаи. Но вот недавно группа ученых под руководством Э.Г.Невеса (E.G.Neves; Университет в Сан-Паулу, Бразилия) исследовала имеющиеся в этом регионе многочисленные (до 10% всей Амазонии) островки черноземных земель, отличающиеся повышенным содержанием фосфора, кальция, серы и азота. Они занимают примерно по 500 га и более; глубина плодородного слоя в среднем 40—70 см, в отдельных пунктах до 2 м.

Именно такие участки и стали объектом археологических раскопок в рамках Центрально-Амазонского проекта. И сразу — удача. Вскрытие холма над рекой около дер.Асутуба показало, что почва здесь буквально усеяна обломками древней керамики. По содержанию в них изотопов углерода выяснилось, что поселение существовало примерно с 360 г. до н.э. (для Западного полушария это глубокая древность) до 1440 г.

В 40 км к юго-востоку от Асутубы археологи исследовали один из десяти невысоких холмов, явно искусственного происхождения (по мнению специалистов, его возраст ~1100 лет). В центре кургана находилась урна с человеческим прахом, а на расстоянии 10 м от нее — останки еще восьмерых человек. Около 40 млн найденных здесь керамических обломков (и ни одного целого глиняного предмета!), возможно, говорят о том, что местные жители, подобно другим древним народам, разбивали сосуды во время ритуала похорон.

Захоронения, битком набитые глиняными черепками, но только более крупных, чем в Асутубе, размеров, были обнаружены также в полосе черноземов (длиной более 7 км и шириной 1 км) неподалеку от г.Сантарен, возле впадения в Амазонку р.Тапажос.

Заселение шло, очевидно, с востока на запад: древнейшим

следам постоянного пребывания людей в нижнем и среднем течении Амазонки — более 2 тыс. лет, а чем выше (западнее), тем они моложе. К периоду между 1 тыс. и 500 лет назад человек освоил почти всю местность вдоль берегов Амазонки, кроме высокогорья в ее истоках. По мнению географа У.Вудса (W.Woods; Южно-Иллинойский университет, США), население Тапажос-Амазонской местности за 100—200 лет до прихода испанцев достигало 200—400 тыс. человек.

В качестве дальнейших объектов изучения намечены еще около 30 древних поселений.

Science. 2002. V.297. №5583. P.921 (США).

Археология

Как появилась письменность в Америке?

Происхождение довольно сложной письменности майя долгое время оставалось неясным: редкие образцы надписей домаинских времен заставляли ученых выбирать между двумя гипотезами: либо письменность и священный календарь майя пришли к ним от их соседей — ольмеков, либо обе эти культуры основаны на третьей, более древней.

Еще в 90-х годах прошлого века на Тихоокеанском побережье Гватемалы, у пос.Ла-Бланка, была найдена фигурка из зеленоватого серпентина, представляющая собой мужской торс. Статуэтка (ее назвали «Юный владыка») изображает правителя ольмеков или его обожествленного предка. Она испещрена значками, в числе которых логограммы, указывающие, что следующие за ними изображения — это слова, а не картинки. На левом локте правителя сидит птица, из клюва которой вылетают различные знаки.

Недавно при раскопках на юге Мексики, в пос.Сан-Андрес, неподалеку от которого ранее располагался важный ольмекский центр, археологи во главе с М.Э.Д.Поль (M.E.D.Pohl; Университет штата Флорида в Таллахасси, США) нашли самые ранние свидетельства



Ольмекская цилиндрическая печать из пос.Сан-Андрес (Мексика) и схематическое изображение вырезанной на ней «говорящей» птицы.

существования письменности в Америке. Это датированные примерно 650 г. до н.э. цилиндрическая печать и обломки нефритовой таблички с рельефными изображениями (глифами). Надпись на табличке сделана столбиком (что характерно для древних текстов, обнаруженных в этом регионе), она содержит имя некоего владыки и дату по летосчислению майя, указывающую, видимо, на время его правления. Печать, по мнению специалистов, предназначалась для подтверждения царственного происхождения последующей информации (аналогией может служить «шапка» современного учрежденческого бланка). На печати изображена такая же птица, как и на статуэтке из Гватемалы, из ее клюва вылетают знаки, обозначающие слово «день» и числительные, известные археологам-американистам по некоторым более поздним надписям.

На границе между Мексикой и Гватемалой, в пос.Чьяпо-де-Корсо, обнаружено богатое майяское захоронение, датированное около 400 г. до н.э. В нем находились керамические печати с орнаментальными завитками, внутри которых изображены логограммы, аналогичные сан-андресским, и указывающие, что за ними следует дата: третье число майянского месяца аджау. Однако слово «аджау» обозначало еще и понятие «царь». Так что печать, учитывая древний обычай использовать день рождения в качестве имени собственно-

го, вероятно, передает сразу и титул, и имя: Царь Третьего Аджау. Найден также керамический сосуд, который, судя по стилю, можно отнести к периоду между 300 и 50 г. до н.э.; двойные овалы вокруг отдельных глифов на нем очень похожи на сан-андресские.

Американские археологи М.Коэ (М.Сое; Йельский университет в Нью-Хейвене) и Р.Дил (R.Diehl; Университет штата Алабама в Таскалусе) считают доказанным, что именно ольмекская культура была материнской для майя и ацтеков. Это подтверждается и сходством языков древних обитателей Центральной Америки с теми, на которых сегодня говорят индейцы на прародине ольмеков — перешейке Теуантепек. Характер текстов и календарный метод распространялись из этой области и на запад, и на восток, — так считают многие лингвисты, изучающие местные языки и наречия.

Те местности, где археологи находят образцы древней письменности, в географическом отношении совпадают с районами проживания сегодняшнего населения, говорящего на языке михесоке. А как раз в этом индейском языке слова «писать», «бумага», «год», «считать» и «двадцать» (это числительное не случайно: тогда была принята двадцатеричная система счисления, и год состоял из 20 мес) прямо заимствованы из древних центральноамериканских наречий.

Итак, гипотеза, согласно которой именно ольмеки — создатели первых в Америке письменности и календаря, получила новое подтверждение.

Science. 2002. V.298. №5600. P.1872, 1985 (США).

Лингвистика. Социология

Языки индейцев: изучить и сохранить

Коллектив Музея им.Гельди (Белен, Бразилия) во главе с лингвистом-американистом Д.Муром (D.Moore), согласно широкомасштабному Компаративному проекту тупи-гуарани, изучает языки этого семейства, на которых говорят (или говорили) индейцы Амазонии, и проводит их сравнительный анализ.

Для поиска немногочисленных носителей этих языков предпринимаются экспедиции в самые глухие уголки джунглей. Так, на берегу р.Мадейра, в пос.Порту-Велью, удалось встретиться с пожилой женщиной — одной из трех человек на Земле, знающих отдельные слова на языке монде. К сожалению, помнит она только существительные, глаголы же полностью забыла.

Лингвисты сопоставляют лексику и по возможности грамматику монде и других языков аборигенов, чтобы воссоздать так называемый прототип — мертвый ныне язык, от которого произошла вся семья тупи-гуарани. Эта информация поможет также судить о процессах расселения индейцев и образе их жизни (археологические методы здесь малоэффективны, так как в жарком и влажном климате многие предметы материальной культуры быстро разлагаются). Уже сейчас ясно, что прародители всех тупи жили на востоке нынешней Боливии и примыкающего к ней бразильского штата Рондония; весьма развитой стадии язык прототип достиг здесь не менее 2 тыс. лет назад.

В языке гавиао обнаружено примечательное сходство с китайским (!): высота тона, с которой

произносится слово (или даже отдельный слог), полностью меняет его смысл. Случайно ли это совпадение, или оно подтверждает гипотезу о заселении Южной Америки выходцами из Восточной Азии, через просторы Тихого океана, — пока загадка.

Составлен словарь языка пурубора на основе беседы двух стариков — последних его носителей. Лишь в беседе между собой они смогли вспомнить кое-что из родного наречия. Кроме того, выяснилось, что в пурубора семь гласных, а не пять или шесть, как полагали ранее. Это означает, что данный язык близок к семейству ра-

марама, которым пользуются индейцы, живущие весьма далеко от носителей пурубора.

Пока проанализированы фонетика, синтаксис и морфология лишь нескольких языков Амазонии. Ученым приходится спешить: некоторые объекты изучения находятся под угрозой полного исчезновения. Во времена конкистадоров и первых миссионеров на Амазонке было в ходу 1200 языков и наречий, ныне же их сохранилось менее 300. В Бразилии сейчас официально значатся около 120 индейских языков, но среди них четверть таких, которыми владеет не более 50 человек.

Сейчас специалисты составляют стандартизованные лингвистические и этнографические характеристики аборигенных племен с помощью аудио- и видеозаписи. Помимо научных целей участники проекта ставят себе и культурно-социальные задачи: узнают о конкретных трудностях адаптации аборигенов к современным условиям и пытаются помочь, сохраняя при этом своеобразие каждого племени; создают письменность для ранее бесписьменных народов Бразилии и обучают их представителей грамоте на родном языке.

Science. 2002. V.298. №5592. P.353 (США).

13 июля 2002 г. трое стажеров Космического центра им.Джонсона НАСА — Ч.Робертс, Т.Фаулер и Ш.Саур (Th.Roberts, T.Fowler, Sh.Saur) выкрали и пытались продать через Интернет 270 кг лунных пород и метеоритов. Арестованная ФБР, эта тройка обвиняется в преднамеренном сговоре с целью продажи государственной собственности. На сайте Минералогического общества г.Анверс (Бельгия) они предлагали лунные породы по ценам от 1000 до 5000 долл. США за 1 г. Sciences et Avenir. 2002. №667. P.42 (Франция).

Специалисты Канадского Королевского университета шутят по поводу возможных летних купаний в водах Северного Ледовитого океана. Основанием для их оптимизма служит стремительное повышение температуры вод. Для подтверждения своих доводов они привлекли материалы по темпам цветения фитопланктонных водорослей, которым для нормального развития требуются длительные безморозные

периоды. По крайней мере за последние 150 лет эти водоросли были там крайне редки, а потепление климата привело к экологической встряске. Terre Sauvage. 2003. №184. P.20 (Франция).

По данным Всемирной организации здравоохранения, в настоящее время в мире зарегистрировано 600 тыс. больных лепрой — на 90% меньше, чем 25 лет назад. Столь коренному улучшению ситуации способствовали использование новых, более простых и эффективных, методов диагностики и лечения, хороший уход за больными, а также координация усилий медиков по борьбе с этим заболеванием в международном масштабе. Sciences et Avenir. 2002. №668. P.14 (Франция).

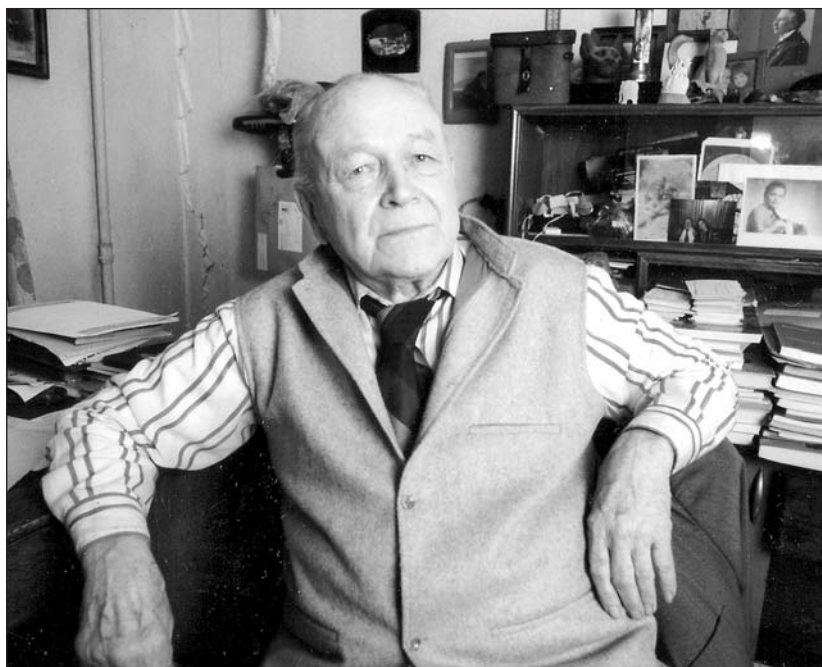
По мере изучения ближайших к нам небесных тел даже профессионал — астроном или астрофизик — может заблудиться в их «географии». Пора навести с этим порядком, посчи-

тали в подотделе планетарной номенклатуры Астрологического отдела Геологического управления США. И основали в Интернете специальный сайт, где перечисляются все утвержденные Международным астрономическим союзом названия гор, кратеров, долин, «каналов», материков и тому подобных объектов во всей Солнечной системе, кроме Земли. Адрес сайта — planetarynames.wr.usgs.com. Science. 2002. V.289. №5594. P.709 (США).

Одна из львиц, обитающих в заповеднике «Санбуру» (Кения), отличается аномальным для хищников поведением: она уже в пятый раз «усыновляет» детенышей антилопы орикс (правда, на несколько часов в день теленка приходится отпускать, чтобы тот мог получить молоко своей биологической матери). По мнению специалистов, виной тому сильный материнский инстинкт львицы. Terre Sauvage. Decembre 2002 — Janvier 2003. №129. P.18 (Франция).

ПАТРИАРХ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ТЕРИОЛОГИИ

(К 95-летию Н.К.Верещагина)



Николай Кузьмич Верещагин

Профессор Николай Кузьмич Верещагин, первый заведующий лабораторией млекопитающих Зоологического института РАН, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, почетный председатель Мамонтового комитета РАН, член Российского териологического общества и т.д., в «Природе» человек известный. Было время, когда Николай Кузьмич регулярно писал нам. Его статьи (будь то маленькая заметка, посвященная единичной палеонтологической находке, или большая публикация по следам экспедиции) отличает не только информативность, но и прекрасный литературный язык, оригинальный стиль. Не обделен автор и чувством юмора. И теперь Н.К.Верещагин, несмотря на солидный возраст, продолжает трудиться. Его активности можно позавидовать: в позапрошлом году, например, он участвовал в создании на Таймыре Международного центра арктической культуры и цивилизации, а в мае этого года выступал в Канаде на Третьей Международной конференции по мамонтам. К сожалению, Николай Кузьмич не смог присутствовать на VII Всероссийском съезде териологов, проходившем зимой в Москве, но его доклад, зачитанный коллегой, вызвал бурную реакцию в зале. Не оставляет он и пера: в прошлом году вышла его научно-популярная книга, посвященная изучению формирования фаун млекопитающих Северной Евразии в четвертичном периоде. Мы публикуем рецензию на новую книгу и текст доклада, в котором Николай Кузьмич выражает беспокойство по поводу плачевного состояния отечественных коллекций. Хотя сейчас об этом много пишут и говорят, да и ситуация в последнее десятилетие стала меняться к лучшему (например, коллекции Зоологического института приведены в относительный порядок), тем не менее не лишним будет еще раз привлечь внимание научной общественности к этой проблеме!

Поздравляем Николая Кузьмича с юбилеем, желаем ему здоровья и вдохновения.

Проблемы создания и хранения териоколлекций в биологических учреждениях России и СНГ*

Н.К.Верещагин

Значение фактических, документальных материалов по млекопитающим, или иначе териоколлекций, для науки понятно и неоспоримо. Однако на фоне разных теоретических работ и рассуждений как будто забыли об этом, считая ненужным, отжившим, само собой разумеющимся. На самом же деле поиски, сбор и составление образцовых коллекций, их обработка и хранение — это самостоятельная наука, требующая внимания, особых методик, затрат энергии и средств.

На протяжении второй половины прошлого века мне довелось познакомиться с териоколлекциями многих краеведческих и специализированных зоологических музеев России и Союзных Республик, зоопарков и зоосадов, академических, педагогических и ведомственных научно-исследовательских институтов, кафедр университетов и лабораторий, противочумных институтов и станций защиты растений. Приходилось и самому комплектовать подобные коллекции из образцов, собранных в экспедициях. Неоднократно я работал с териоколлекциями и в крупнейших естество-

венноисторических музеях Англии, Франции, Нидерландов, Югославии, Чехословакии, Венгрии, Румынии, США и Японии. Разумеется, с тех пор прошло немало лет и мои представления частично устарели. И все же...

В вивариях и зоопарках содержатся в основном местные виды зверей и экзоты (обычно приматы, крупные хищные, копытные, слоны и т.д.). Скомплектованы они специфично, по составу, как правило, эфемерны и заслуживают отдельного обсуждения. Меня же больше беспокоит состояние «мертвых» коллекций, представленных в виде черепов, скелетов, рогов, шкур; а также целых тушек, внутренних органов и их систем. Особенно ценны палеонтологические териоколлекции, собранные из природных захоронений, иногда из грандиозных природных кладбищ, ископаемых помоек первобытных людей. Это — обычная добыча археологов. Какая-то часть этих коллекций выставлена в музеях в виде единичных чучел, скелетов или систематических серий — экологических групп на фоне ландшафтных диорам. Большая же часть хранится в фондах институтов, лабораторий и предназначена для научных исследований.

Еще со времен указов Петра Великого териоколлекции формировались из случайных нахо-

док, благодаря которым мы теперь знаем, что в миоцене Предкавказья обитал загадочный кавказотерий величиной с бегемота**, родственник либо анхитериям, либо антракотериям; а в плиоцене Ставрополя жили тапиры и жирафы — шиватерии; что тюлени-нерпы еще недавно населяли Онежское озеро, а в начале голоцена проникали при трансгрессиях в Каспий; что моржи обитали в Каспийском море всего 400 лет тому назад — т.е. еще при Иване Грозном! Серии скелетов и мерзлых частей животных (носорогов, мамонтов, бизонов, лошадей, сусликов, леммингов) в фондах Зоологического института РАН (ЗИН) укомплектованы именно находками ученых, местных охотников и геологов. Особенно знаменит мамонтонок Дима, добытый старателями у городка Сусуман в Магаданской обл. Нечто подобное есть и в Москве, и в Якутске, и в Новосибирске.

Однако основные сборы для териоколлекций поступали и поступают в музеи в результате работ специальных зоологических экспедиций. В течение XX в. сотрудники противочум-

** Этот великолепный образец — четыре массивных резца — я обнаружил под первым ударом кайла в толще песка правого берега Кубани у ст-цы Беломечетской в 1951 г. Теперь он хранится в Зоологическом институте РАН.

* Статья подготовлена на основе доклада, сделанного на VII Всероссийском съезде териологов 6 февраля 2003 г. в Москве.

ных организаций и станций защиты растений создавали большую коллекцию грызунов и насекомыхных животных. Ученые отделений Всесоюзного научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства (ВНИИОЗ) собрали огромные серии черепов хищных и копытных. Например, в Санкт-Петербурге насчитывается около 1000 черепов лесных куниц.

Особую ценность для зоографов и историков фауны представляют упомянутые кухонные останки зверей из ископаемых помоек, архитектурных и культурных сооружений первобытных народов четвертичного периода. Обычно они (т.е. останки) хорошо датированы стратиграфически и дают яркое представление об охотничьем промысле древних племен, их пищевых рационах. Такие коллекции комплектуются не только археологами, но и зоологами, а также при совместных раскопках пещер и открытых стоянок. С 50–60-х годов большие сборы плейстоценовых останков зверей из долин рек Русской равнины поступали от геологов, работавших на «великих стройках коммунизма». Наиболее крупные зооархеологические коллекции сосредоточены у нас в России в ЗИНе, Институте археологии РАН и Геологическом институте РАН.

Найти и доставить образцы — полдела, необходимо еще их умело обработать и сохранить. С древних времен териоколлекции составлялись из чучел, сухих тушек с черепами и в виде консервов в стеклянных баллонах, цилиндрах с этиловым, метиловым спиртом или формалином.

В краеведческих музеях России чучельные образцы зверей используются для более или менее удачных композиций, диорам. Большинство известных мне периферийных экспозиций низкого или среднего качества, что свидетельствует о явном дефиците препараторов — к сожа-

лению, вырождающейся в наши дни профессии. Впрочем, музейное дело, надеюсь, не умрет. В последние годы возникли специализированные коммерческие фирмы и успешно развиваются. Экспозиции зверей наших столичных академических и университетских музеев общеизвестны и вполне конкурентоспособны.

Гораздо хуже дело обстоит с хранением шкур, особенно крупных копытных и хищных. Как и в незапамятные времена, их содержат в более или менее герметичных сундуках, обработав мышьяком, нафталином или другими инсектицидами. Для науки это неудобно. Чтобы заняться изучением — описанием изменчивости и строением меха, окраски шкур тигров, волков, баранов, зубров, приходится приложить немало усилий и надыхаться отравой. В музеях Лондона и Нью-Йорка предпочитают «ломбардный» способ — крупные шкуры содержат в барокамерах на вешалках, где свободно расправленные они легко просматриваются и могут быть изъяты в любой момент для детального изучения. О таком способе хранения нам приходится пока только мечтать, а хорошо было бы это ввести в практику, по крайней мере в ведущих музеях страны.

Что касается остеологических коллекций (скелетов современных видов), то их изготовление ведется в музеях и институтах, как правило, дедовским способом — вываркой в щелоке или длительной мацерацией (вымачиванием) в воде и дальнейшей очисткой костей и черепов вручную. А ведь существует довольно эффективный метод: в некоторых американских музеях скелеты препарируют с помощью личинок жуков-кожедвов, которые аккуратно обглаживают мягкие ткани и жесткие сухожилия суставов.

Как у нас, так и за рубежом нет единой технологии укрепления ломких ископаемых костей, обычно их пропитывают

спиртовым клеем БФ-4, клеевыми мастиками, иногда ПВА и даже просто парафином.

Полезно было бы перенять опыт некоторых зарубежных музеев. Например, в Лейдене в 16-этажном Музее Нидерландов обычные некрасивые вертикальные стойки, подпирающие снаружи голову, шею, хребет скелетов крупных зверей, заменены толстой бронзовой проволокой, спрятанной под позвоночником и тыльной стороной конечностей. И скелеты мастодонтов, большерогих оленей, зебр «шагают», «бегут» там в любых аллюрах.

Снабженные этикетками образцы хранят либо на открытых стеллажах, либо в разнообразных шкафах с выдвигаемыми ящиками или ячейками. У нас в ЗИНе преобладают картонные коробки разных форм и прочности. Стандартов тут нет.

История создания териоколлекций и их последующая судьба в музеях и институтах России и СНГ были разнообразны и иногда драматичны. В качестве примера ограничимся их обзором на северо-западе страны.

Зоологический музей (а позднее и институт) в Санкт-Петербурге создан в первой половине XIX в. усилиями академика И.Ф.Брандта на основе немногих экспонатов Кунсткамеры и закупленной в Голландии серии чучел крупных тропических зверей*. Брандт до конца жизни пополнял коллекцию чучелами и скелетами копытных и хищных. В конце столетия, уже при новых директорах академиках А.А.Штраухе, В.В.Заленском и А.А.Бялыницком-Бируле, музей обогатился новыми экспонатами, поступившими в результате русских научных экспедиций на Дальний Восток и в Центральную Азию. Особенно велики и ценны экспонаты, полученные от академика Г.И.Лангсдорфа, И.Г.Вознесенского, Н.М.Прже-

* Подробнее об этом см.: Alma Mater отечественной зоологии (170 лет Зоологическому институту РАН) // Природа. 2003. № 8. С.10–48. — *Примеч. ред.*

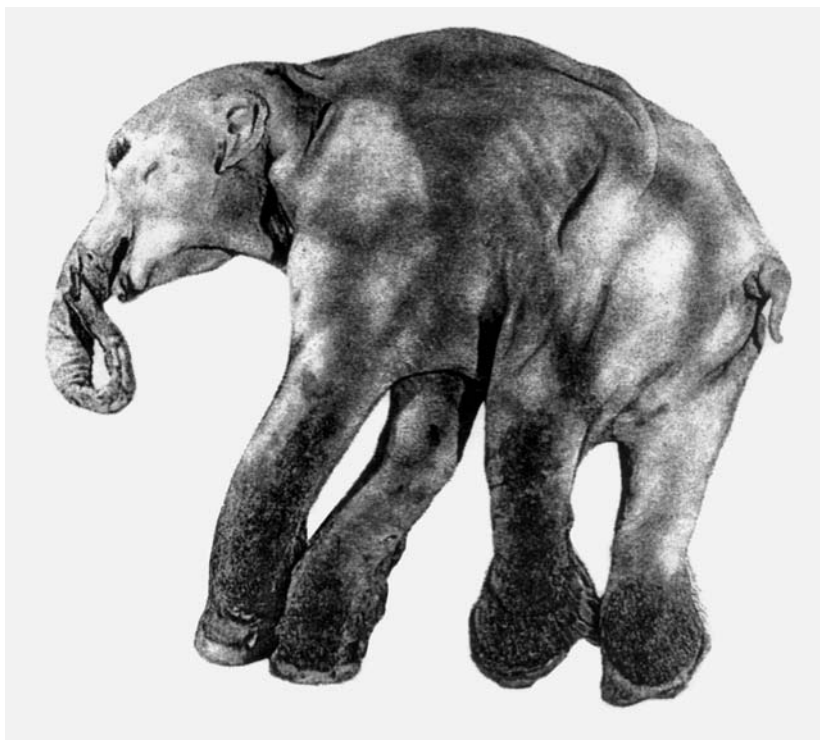
вальского и П.К.Козлова. Достаточно вспомнить чучело и скелет знаменитого Березовского мамонта.

В советское время териоколлекции пополнялись поступлениями черепов и скелетов зверей от промысловых тюленебойных и китобойных экспедиций, станций защиты растений и научных экспедиций в различные географические зоны Восточной Европы и Азии. В этом велика заслуга профессора Б.С.Виноградова.

Экспозиционные и фондовые коллекции ЗИНа насчитывают теперь десятки тысяч экземпляров и являются одними из крупнейших в Европе. Особой ценностью являются скелеты, черепы и рога волосатых носорогов, выделанные шкуры диких лошадей, куланов, диких баранов и быков (аргали, яки, зубры, туры), антилоп, оленей; скелеты и черепа ластоногих, морской коровы, тигров, бурых и белых медведей и т.д. Особого внимания заслуживают скелеты трех мамонтов, южного слона и тушки двух мамонят, четыре набора костей разновозрастных мамонтов с Берелехского «кладбища». Уникальны по масштабам, качеству и значению многотысячные коллекции костных фрагментов, собранных археологами на сотнях палеолитических стоянок и поселениях исторической эпохи.

При относительно порядке териоколлекции ЗИНа давно не подвергались сплошной инвентарной проверке, особенно необходимой при перебросках из склада в склад и вывозе экспонатов на зарубежные выставки, усердно практиковавшихся в 90-х годах в коммерческих целях.

В Санкт-Петербурге есть териоколлекции и в иных учреждениях. Коллекция Западного отделения ВНИИОЗ богата тысячами черепов промысловых зверей (хищных и копытных), которые из-за недостатка помещения хранятся в забитых ящиках.



Знаменитый магаданский мамонтенок Дима.

Отменная коллекция рогов, черепов лосей, косуль, кабанов, медведей, существовавшая в царском охотничьем домике Лисино-Корпус под Санкт-Петербургом, давно растащена по частям еще в советскую эпоху и утрачена для науки. Не лучшая участь постигла, по-видимому, и териоколлекции кафедры зоологии позвоночных Санкт-Петербургского университета и Лесотехнической академии, когда-то заботливо созданные профессорами Д.Н.Кашкаровым, Г.Г.Допельмайром и др.

Туманна судьба многочисленных сборов костей мамонтов, волков, песцов, медведей из палеолитических стоянок, хранившихся в Минске в Институте истории Белорусской академии наук.

В Прибалтике были в свое время хорошие териоколлекции при столичных университетах и краеведческих музеях. Надеюсь, они благополучно существуют и поныне, так как порядка там всегда было больше.

Сохранились ли коллекции местных зверей в Петрозаводске, в Институте зоологии Карельского филиала РАН? В Мурманске териоколлекции были сосредоточены в Полярном институте рыбного хозяйства и океанографии (ПИРО). В музеях Архангельска, Вологды, Череповца, городах по Сухоне (Тотьме, Великом Устюге) существуют небольшие коллекции современных и четвертичных млекопитающих. Однако экспозиции чучел там, как правило, маловыразительны.

Безусловно, уход за териоколлекциями — дело не только исключительно важное, но и весьма трудоемкое. Иначе личинки жуков-кожееядов и молей в считанные недели продырявят, сожрут серию редчайших шкур, своевременно не протравленных инсектицидами. Отчасти поэтому периферийные музеи, не оборудованные спецкамерами и шкафами, избегают хранить коллекции шкур. Но это понятно всем, гораздо

страшнее и опаснее другое. Сменится администрация, умрет энтузиаст-составитель, хранитель коллекций, и великолепные образцы будут выброшены на свалку, как надоевший мусор. Иногда лишь с целью — освободить место для выставки достижений очередных спекулятивных теорий, разработок. Примеров тут уйма! В ЛГУ в 60-х годах выбросили всемирно известную коллекцию профессора А.А.Иностранцева — фаунистические останки из свайных неолитических поселений Ладоги, а в МГУ — палеоколлекцию по Тираспольскому гравию, собранную профессором М.В.Павловой. В Естественнонаучном институте им.П.Ф.Лесгафта Академии педагогических наук в Санкт-Петербурге в 90-х годах уничтожили целый Экологический музей памяти почетного академика Н.А.Морозова — покойного директора. А ведь этот музей обслуживал биокурсы всех средних школ Ленинграда. Чучела и скелеты животных были растащены по чердакам, а красноедеревянные шкафы и витрины кафедр упомянутых институтов и музея пошли на оборудование дач и парников. Утеяно, вернее, разворовано национальное достояние — гордость российской науки.

Еще позорнее и отвратительнее примеры диких краж териоколлекций. Хищения буквально расцвели в 90-х годах XX в. В Москве такие кражи в Палеонтологическом институте им.Ю.А.Орлова РАН описаны в ряде московских газет и не нуждаются в повторах. Там были украдены бивни мамонтов — привоза барона Э.В.Толя, погибшего ради науки во льдах Арктики. Пустуют кронштейны в залах Палеонтологического музея.

Малые бивни мамонят с Берелеха, которые я собрал на

притоках Индигирки в 1970 г., обнаружены в 2000 г. в Смоленске — в арестованном таможенной грузе А.Захарова из московской фирмы «Russian Fossiles»! Очевидно, «бивневая мафия» обеих столиц спелась на почве музейных краж.

Судя по публикациям в «Комсомольской правде», Музей мамонта в Якутске также лишился редчайшего в мире — мерзлого бивня трогонтериевого слона из Малого Анюя. Это тем более обидно, что бивень был парный к хранящемуся в ЗИНе и купленному за 15 млн дореформенных рублей, выделенных Президиумом РАН в 1993 г.

По подсчетам наших сотрудников С.Мамонова, А.Тихонова и моим, потери ЗИНа от хищений бивней мамонтов и рогов носорогов оцениваются в сотни тысяч долларов, не считая моральных потрясений для сборщиков и ответственных хранителей коллекционных образцов! Трудно смириться с тем, что серьезных расследований, анализа краж ни разу так и не проводилось.

В 90-х годах проявились и иные стимулы для беспардонных хищений. Некоторые недобросовестные сотрудники не гнушаются посылкой за рубеж знакомым специалистам музейных образцов, чтобы получить грант на поездку или заработать в гости. Все это происходит на фоне разрушенной системы охраны коллекций. В царское время Зоологический музей находился под покровительством великих князей и охранялся. Теперь в ЗИН, его лаборатории, кабинеты проходят довольно свободно и бесконтрольно разные посетители под разными предлогами к своим знакомым, друзьям. Между тем в британских

и американских естественно-исторических музеях на контрольных постах все время дежурят охранники с кольтами или браунингами, и приход своих и сторонних лиц регистрируется в служебных журналах трижды.

Разные журналисты уже правильно отметили, что музейные кражи совершаются нередко домушниками, особенно при перемещении коллекций, организации зарубежных выставок, что крадут эти подонки не у музейщиков — у России! Домушники и наводчики, как правило, формируются из жуликоватых лаборантов, пробравшихся в штаты институтов. Я полагаю, что хищения териоколлекций должны расследоваться как уголовные дела.

* * *

Россия, ее териологи обладали и обладают огромным национальным богатством — разнообразными научными и культурными коллекциями млекопитающих, размещенными во многих биологических учреждениях. Эти коллекции нередко мало известны даже специалистам, и, следовательно, не используются для изучения реальной географической и иной изменчивости — систематики, филогенетики, фаунистики, зоогеографии.

Пополнение териоколлекций требует совершенствования техники сбора образцов, их консервирования и хранения, а сами коллекции — ухода, периодического контроля, инвентаризации и действенной охраны. И главное: крайне необходимо составить всероссийскую опись — Кадастр териоколлекций. Обо всем этом и должна позаботиться инициативная группа членов Российского общества териологов. ■

Познавательные воспоминания

Ф.Р.Штильмарк,

доктор биологических наук

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

В отличие от артистов и писателей, наши ученые, в частности зоологи, довольно редко обращаются к весьма ныне модному мемуарному жанру. Между тем три ранее изданные книги профессора Николая Кузьмича Верещагина, будучи существенно обновленными, недавно объединены в одну монографию, которая в значительной мере автобиографична. Автору в текущем году исполняется 95 (!) лет, он современник многих наших деятелей, родившихся еще в XIX в., и лично участвовал в событиях 20–30-х годов прошлого века. Уже одно это заставляет относиться к нему с особым почтением. Впрочем, каких-либо скидок на преклонный возраст здесь не требуется — эту книгу можно смело рекомендовать как яркий образец научно-популярной литературы самого высокого уровня.

Николай Кузьмич Верещагин — родной внук Н.В.Верещагина, известнейшего сельского кооператора, которого называют главным организатором молочного хозяйства России, и внучатый племянник знаменитого художника, этнографа и реалиста, погибшего при взрыве броненосца «Петропавловск» в 1904 г. Родился Н.К.Верещагин

21 ноября 1908 г. в дер.Пертовке под Череповцом на берегу р.Шексны, столь памятной по стихам Державина про «шексинску стерлядь золотую». С 1939 г. и поныне над руинами Пертовки плещутся, как писал Николай Кузьмич в очерке «Моя биография» (1998), «застойные и отравленные воды Рыбинского водохранилища». Зато в Череповце, ставшем одним из крупных центров металлургии, с 1984 г. действует музей семейства Верещагиных — вологодский край хранит добрую память о своих выдающихся земляках.

Отец и дядя вскоре приобрели будущего ученого к природе и охоте, своего первого глухаря он добыл еще в раннем детстве. Охотничий опыт Николая Кузьмича поистине неизмерим, причем это нашло самое непосредственное отражение во многих его очерках и научных публикациях.

Один из самых первых выпускников Московского зоотехнического института (который позднее стал называться пушно-меховым), Верещагин стоял непосредственно у истоков особой отрасли охотоведения, которую стали называть биотехнией. Она получила большое развитие в советский период благодаря работам известных ученых Б.М.Житкова, П.А.Мантейфеля, П.А.Петряева и др. Ши-



Верещагин Н.К. От ондатры до мамонта. Путь зоолога. Отв. ред. Н.В.Ловелиус.

СПб.: Астерион, 2002. 336 с.

рокий размах в то время приобрела акклиматизация пушных зверей, в частности двух новых для нас видов грызунов — североамериканской ондатры, или мускусовой крысы и южноамериканской нутрии, называемой также болотным бобротом (коипу). Именно Н.К. Верещагину довелось в 1929 г. первым выпускать большую партию ондатр в Западной Сибири на р. Демьянке (правом притоке Иртыша), откуда и началось ее расселение в бассейне Оби. С большим интересом читаются страницы о путешествии автора в труднодоступную тогда таежную глубину, о его встречах с легендарным натуралистом Л.Г. Каплановым, имя которого носит теперь Лазовский заповедник в Приморском крае, зоологом И.И. Барабаш-Никифоровым и другими известными людьми той эпохи. Все эти воспоминания ценны не только для биологов, но весьма полезны также историкам. Здесь достоверно восстановлен приоритет и значимость некоторых деятелей прошлого (например, инженера и экономиста В.Я. Генерозова), имена которых почти не упоминались в советской литературе, поскольку эти люди были незаконно репрессированы.

Н.К. Верещагин был пионером как клеточного, так и вольного разведения нутрий, и этот вид приобрел первостепенное значение в практике отечественного звероводства (любой обыватель в наши дни знаком с изделиями из меха нутрии). Верещагин со своими коллегами и помощниками успешно занимался акклиматизацией этого зверя в Азербайджане и Западной Грузии. Кроме того, ученый-охотовед принимал участие в акклиматизации енота-полоскуна, американской норки, расселял диких кроликов, изучал зимовки водоплавающих птиц.

Продолжительные исследования на Кавказе, где Н.К. Верещагин стал научным сотрудником Института зоологии Азербайджанской академии наук, отнюдь не ограничивались работами в пределах этой республики. И тематика, и масштабы его зоологических экспедиций в отношении еще слабо изученном регионе нашей страны постоянно расширялись, он побывал в самых глухих горных уголках Сванетии и Дагестана, обследовал побережье Каспия от Кизляра до Талыша. Постепенно расширялся диапазон научных интересов ученого — от фаунистики и промыслового значения млекопитающих до изучения истории формирования териофауны Кавказа. Именно этой проблеме уделялось основное внимание в капитальной монографии «Млекопитающие Кавказа. История формирования фауны» (М.; Л., 1959), изданной уже после перехода Н.К. Верещагина в Зоологический институт АН СССР (ЗИН), где он трудился до 90-х годов прошлого века. На фоне относительно стандартных фаунистических региональных работ того времени эта объемистая книга заметно выделялась оригинальностью и своеобразием подходов к предмету исследований. Ее главный редактор, директор ЗИН, академик Е.Н. Павловский подчеркивал в предисловии, что труд Н.К. Верещагина есть «первая в отечественной зоологии попытка разработки обобщенной и цельной картины развития наземной фауны Кавказа с неогена до наших дней на фоне геологической истории и смен ландшафтов». Этой монографии предшествовала целая серия чисто фаунистических книг Николая Кузьмича: «Млекопитающие Апшеронского полуострова» (Баку, 1938); «Каталог зверей Азербайджана» (Баку, 1942), «Животный мир Азербайджана» (Баку, 1945) и др. Верещагин остро чувствовал несоответствие между далеко не всегда разумной хозяйственной деятельностью и необходимыми для стабильного существования природы условиями. Поэтому автор приходит к выводу, что только глубоко продуманные

действия людей могут обеспечить их благополучие на нашей маленькой планете.

Во второй части своей книги («Записки палеонтолога») Н.К. Верещагин рассказывает, как он постепенно «эволюционировал» от зоолога-фауниста и зоогеографа в палеонтолога и археозоолога. Это было связано с переосмыслением деятельности человека, но не современного, а предшествовавших эпох («по следам предков или всего за 150 веков, или за 400 поколений до наших дней»). Нет необходимости объяснять, сколь сложно изучать фауну прошлого. Автору удалось сделать немало открытий благодаря постоянному и тесному сотрудничеству с коллегами из разных городов страны — палеонтологами, геологами, археологами, имена которых часто упоминаются в книге. Живо и увлекательно описаны совместные работы на великих «кладбищах» диких животных в долинах рек Русской равнины (в частности, Урала и Дона, рек Украины, где были найдены хижины из черепов и костей мамонтов), в ущельях и пещерах Крыма и Кавказа, в знаменитой «стране оврагов» — в Гобустане на Апшеронском п-ове, в Дигории и других экзотических местах. Отдельная глава посвящена пещерам Урала и Дальнего Востока: кизеловская пещера-«ловушка», Медвежья пещера на Печоре, система пещер в Партизанской долине Приморья (Комсомольская, им. Географического общества и др.). К великому сожалению, многие из этих уникальных памятников прошлого погибли при работах строительного камня или от нашествия невежественных туристов, но тем ценнее приводимые сведения о результатах исследований 70-х годов.

Особый интерес представляют описания работ автора в Арктике — в бассейнах рек Индигирки (Берелех), на Северном и Южном Ямале, а также в Забайкалье. Нелегко приходи-

лось исследователям не только в пору трудоемких полевых работ, но и во время сборов, перевозки и хранения объемных и своеобразных костных коллекций, доставлявших немало хлопот руководству наших научных учреждений, особенно в период перестройки и экономических трудностей. Как пишет Николай Кузьмич, «в конце концов я был вынужден подать заявление о своей отставке в знак протеста против пагубной манеры хранения палеозоологических материалов и обращения с ними как с мусором, а также фактами хищения бивней на фоне надвигающегося развала экономики, науки и самого нашего государства в 90-х годах» (с.202). Однако и после выхода на мизерную профессорскую пенсию Н.К.Верещагин не оставил активной научной деятельности. В 2001 г. он принимал личное участие в организации Международного центра арктической культуры и цивилизации, который создан в Таймырском автономном округе (конференция проводилась в Хатанге, где профессор до сих пор остается консультантом Таймырского заповедника и его музея), а в мае 2003 г., несмотря на физические недомогания, нашел в себе силы отправиться на границу Канады и Аляски (Уайтхорс и Доусон на Юконе), где прошла Третья Международная конференция по мамонтам, организованная Канадским на-

учным центром. Н.К.Верещагин выступил с докладом на секции «Мамонтовые экспедиции». Изучение этого легендарного зверя стало главным делом на завершающем этапе столь длительной и плодотворной деятельности ученого, долгое время возглавлявшего Комитет по мамонтам при Зоологическом институте РАН. Этой теме посвящена третья, заключительная часть рецензируемой монографии, в которой подробно изложена история изучения мамонта и мамонтовой фауны. Отдельные разделы посвящены шерстистому носорогу, древним лошадям, первобытному бизону, туру, овцебыку, а также пещерным хищникам (львам, медведям, гиенам). Подробно изложены условия и причины гибели всех этих животных, обстоятельства накопления их останков в земных пластах. Большое внимание уделено роли древнего человека, описанию способов и орудий его охоты, причинам вымирания мамонтов и их спутников. Название одной из прежних книг Верещагина «Почему вымерли мамонты?» в данной монографии заменено новым: «Давайте оживим мамонта», хотя автор подходит к этой проблеме с очень большой осторожностью и всяческими оговорками. Однако в завершающей книгу главе «О перспективах восстановления мамонта как вида» цитолог В.М.Михельсон делает заключение о том,

что эта ставшая ныне популярной идея имеет определенные перспективы*.

Одно из главных достоинств книги Н.К.Верещагина «От ондатры до мамонта» — сочетание высокого научного уровня материала с хорошим литературным слогом, которым автор блестяще владеет. Недаром же, помимо всех перечисленных книг, Николай Кузьмич в конце 90-х годов опубликовал серию автобиографических очерков (можно лишь пожалеть, что они не вошли в обсуждаемую монографию), а также написал ряд воспоминаний о своих коллегах (Б.С.Виноградове, К.В.Арнольди, И.А.Рубцове). Украшают книгу многочисленные фотографии, рисунки и схемы. Все это позволяет характеризовать монографию Н.К.Верещагина как большое событие и в зоологии, и в отечественной научной мемуаристике. Эта книга — истинный подарок не только специалистам, но и более широкому кругу читателей. Проникнутая романтикой научных поисков и охотничьих приключений, а также высокими гражданскими чувствами, она читается с большим интересом от первой до последней строки. ■

* Недавно в газете «Известия» от 7 июня 2003 г. опубликована статья академика Г.П.Георгиева «Мамонта восстановить не удастся». Неоднократно об этом писали и авторы «Природы».

Этнография

ВЫГОВСКАЯ ПОМОРСКАЯ ПУСТЫНЬ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ В ИСТОРИИ РОССИИ: Сб. статей. Под ред. А.М.Пашкова. СПб.: Изд-во «Дмитрий Буланин», 2003. 352 с.

В основу сборника легли доклады Международной научной конференции, состоявшейся в Петрозаводске (1994) и посвященной 300-летию основания крупнейшего старообрядческого центра Северной России — Выговской поморской пустыни.

Старообрядческая община беспоповцев, Выговская, основана в 1694 г. в Заонежье, на р.Выг, как опорный пункт вольной колонизации русского Севера. Пустынь заселили преимущественно беглые крепостные крестьяне, мятежные монахи Соловецкого монастыря. В 1854—1855 гг. при Николае I Выговская пустынь была уничтожена, раскольничьи скиты разрушены.

Авторы рассказывают об истории и культуре Выговской пустыни, ее влиянии на судьбы русских, финских и польских старообрядцев. Часть статей посвящена историко-этнографическим памятникам и искусству народов Выга. Опубликована подборка архивных документов, ранее не издававшихся.

Археология

Е.Г.Дэвлет. ПАМЯТНИКИ НАСКАЛЬНОГО ИСКУССТВА:

Изучение, сохранение, использование. Отв. ред. В.И.Гуляев. М.: Научный мир, 2002. 239 с.

Представления о наскальном искусстве как общемировом феномене сформировались в последней трети XX в., а практика нанесения изображений на скалы существует по меньшей мере около 30 тыс. лет.

В отчете Центра по изучению первобытного искусства,

который был представлен ЮНЕСКО в 1983 г., общее число фигур на скалах составляло 50 млн. В дальнейшем эти сведения были существенно дополнены.

Своеобразие наскального искусства проявляется в сюжетах, стилистике, технике нанесения рисунка. Специфика обусловлена природными, историческими и этнокультурными особенностями каждого региона. Известны петроглифы на северо-востоке Чукотки, на прибрежных скалах р.Пегтымель и в других зонах наскального творчества; изображения северных оленей, белых медведей, песцов, китов, каланов и сцены охоты выбиты, протерты или процарапаны. На территории Сибири петроглифы приурочены в основном к бассейнам рек. Для средней Лены, например, характерны росписи, сделанные красным пигментом. Некоторые животные изображены со штриховкой на туловище, показывающей их внутреннее строение. Хронологический диапазон — от эпохи камня до современности. Интересны многофигурные сюжетные композиции на прибрежных скалах Онежского озера, Белого моря, Кольского п-ова.

Сохранность многих наскальных памятников в России оказалась под угрозой в основном из-за антропогенного воздействия; некоторые утрачены в связи со строительством гидроэлектростанций. Усугубляется и действие новых факторов: повышенная кислотность дождей и загрязнение природной среды выбросами предприятий сказываются на состоянии скальных выходов, даже весьма удаленных от промышленных центров.

Всем этим разнообразным аспектам изучения и сохранения наскального искусства и посвящена книга. Выводы ав-

тора подкреплены полевыми наблюдениями, сделанными в Средней Азии, Карелии, Скандинавии, Центральной и Северной Америке.

История науки

А.Г.Гамбурцев, Н.Г.Гамбурцева. ГРИГОРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ ГАМБУРЦЕВ. Отв. ред. В.Н.Страхов. М.: Наука, 2003. 300 с. (Из сер. «Научно-биографическая литература».)

Академик Григорий Александрович Гамбурцев (1903—1955) известен в истории науки как один из основателей геофизических методов исследования Земли и разведки полезных ископаемых (нефти, газа, урановых руд), изобретатель и конструктор сейсмической аппаратуры.

Среди отечественных геофизиков он выделялся как яркий ученый, организатор науки, талантливый учитель. Григорий Александрович был директором Геофизического института Академии наук СССР, преподавал в Московском геологоразведочном и Нефтяном институте и МГУ, консультировал работу производственных сейсмических партий, использовал геофизические методы для распознавания ядерных взрывов. После Ашхабадского землетрясения 1948 г. создал первую научную программу по прогнозу землетрясений.

Эта книга издана к 100-летию со дня рождения Гамбурцева. В ней собрано много новых фактов, нет повторения ранних и давно известных сведений. Значительную часть составляют различные документальные материалы. В авторский текст включены обширные цитаты из писем и воспоминаний, а также статьи учеников, протоколы ученых советов — все это оживляет труд и позволяет судить о его объективности.

Судьба коллекции Карла Линнея

А.Н.Островский,
кандидат биологических наук
Санкт-Петербургский государственный университет

О жизни и трудах великого шведского естествоиспытателя Карла Линнея (1707—1778) написано огромное количество литературы. Роль этого человека в истории науки столь значительна, что каждый этап его сложной карьеры подробно исследован историками. Многие факты из биографии Линнея известны не только специалистам, но и широкой научной общественности. Однако не все знают, как сложилась судьба коллекций и библиотеки знаменитого шведа. Сразу скажу — они уцелели. Причем не в виде отдельных книг и экспонатов, разбросанных по музеям и частным библиотекам, а как целостное собрание. Но находится оно не в Швеции, а в Великобритании.

Какой должна быть судьба национального достояния? Называть ли перемещение колоссального количества произведений искусства и исторических ценностей в музеи Британской, Германской, Российской и прочих империй разграблением или спасением памятников культуры? Ярким примером подобного противоречия стала судьба коллекции Карла Линнея.

Умирая, Линней оставлял свою вдову и детей в более чем

скромном материальном положении. Наиболее ценным их наследием были его книги и естественнонаучные коллекции. Среди документов, которые ученый завещал огласить после своей смерти, было письмо к жене, написанное 2 марта 1776 г. Натуралист прекрасно понимал, что семья будет вынуждена продать собранные им книги и образцы. Разрозненные, они во многом потеряют свою ценность, перестав быть уникальным научным инструментом. Текст завещания составлен таким образом, чтобы дать понять наследникам — постарайтесь сохранить собрание! И все же, если продажа неизбежна, то только он, собиратель и владелец, один знает ее истинную материальную стоимость. Письмо гласит:

Голос из гроба к той, кто был моей дорогой женой:

1. Два гербария в музее. Не дай крысам и моли испортить их. Не дай натуралистам украсть ни единого растения. Заботься о гербариях с величайшим старанием. Их ценность велика и сейчас, и со временем она увеличится. Это величайшая коллекция, которую когда-либо видел мир. Не продавай ее меньше чем за тысячу дукатов. Мой сын не имеет права владеть ею, потому что никог-

да не помогал мне в ботанике и не любит ее. Сохрани гербарии, быть может, для будущего зятя, который докажет, что он ботаник.

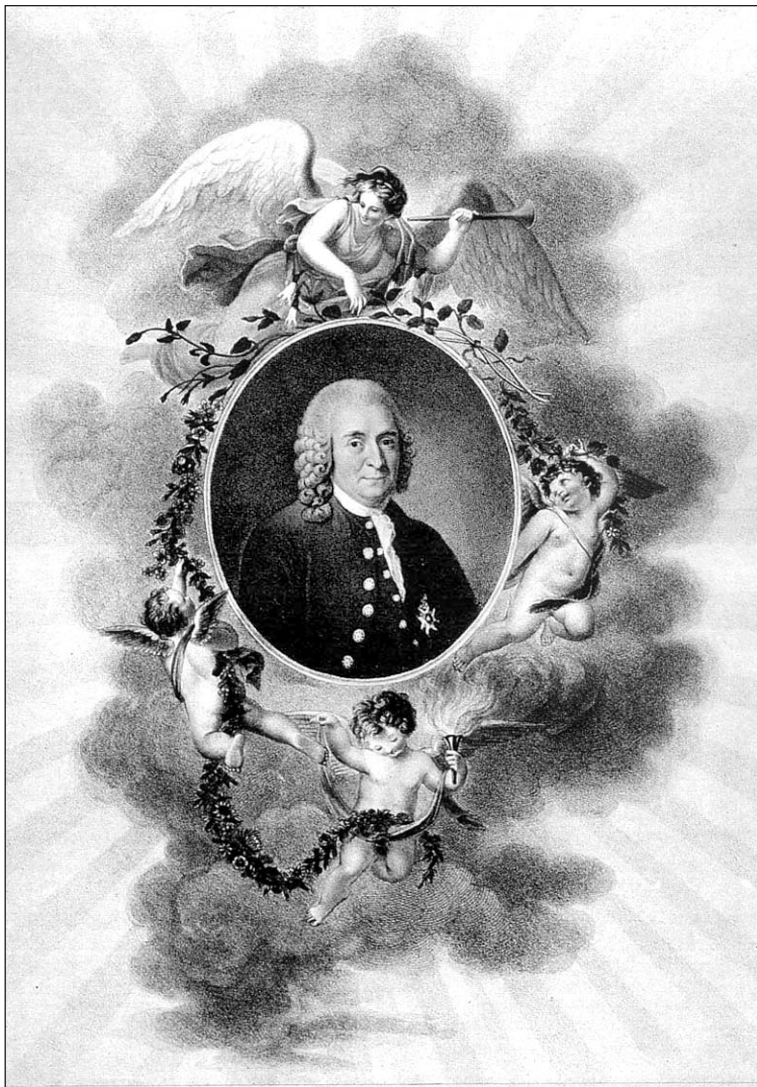
2. Коллекция (кабинет) раковин стоит, по меньшей мере, 12 тыс. талеров.

3. Коллекцию (кабинет) насекомых долго хранить нельзя из-за моли.

4. Коллекция минералов содержит образцы величайшей ценности.

5. Библиотека в моем музее, со всеми моими книгами, стоит, по крайней мере, 3 тыс. медных талеров. Не продавай ее, а передай в библиотеку [университета] Упсалы. Однако мой сын может выкупить ее у университета по ее стоимости. Карл Линней

Едва прошли похороны, как семья перессорилась. Лучше сказать, разногласия, плохо скрываемые многие годы, возникли теперь с новой силой. «Моя мать и мои сестры стали меня подозревать», — сердито писал своему знакомому сын Линнея, тоже Карл. В конце концов было решено, что ему достанутся все книги и коллекции отца в обмен на приличную сумму денег и на его долю во владении маленькой фермой, которую Линнею-старшему в 1776 г. по-



Карл Линней.

жаловал университет. Вдова Линнея подала прошение на имя короля о выделении ей и ее незамужней дочери пенсии, которую они и получили.

Насколько прав был Линней, обвиняя своего сына в равнодушии к ботанике, сказать сложно. Тем не менее, получив коллекции, которые к тому времени уже пострадали от вредителей и сырости, Линней-младший делал все, что было в его силах, чтобы спасти их. Он перевез коллекции из музея Хэммарби в Уппсале, где работал над их сохранением с таким усердием, что каждый день ложился в по-

стель, «устав, как простой рабочий». Он также отверг предложение сэра Дж.Бэнкса продать ему коллекции за 1 100 или 1 200 фунтов стерлингов, тем самым на время предотвратив их вывоз из Швеции.

1 ноября 1783 г. Карл неожиданно умер от инсульта. Дом в Уппсале, библиотека, кабинеты и гербарии должны были перейти к его наследникам, поэтому нет ничего удивительного в том, что вдова Линнея постаралась избавиться от этой обузы как можно скорее и как можно выгоднее. Она попросила старинного друга семьи Й.Акреля

помочь ей, и он спустя некоторое время через посредников связался с Бэнксом. Так случилось, что письмо от вдовы Линнея сэру Бэнксу доставили в тот момент, когда он давал званый завтрак, на котором присутствовал пылкий молодой натуралист, 24-летний Дж.Э.Смит. Коллекция самого Бэнкса к тому времени была настолько велика, что он уже и не думал о ее пополнении, тем более столь существенном. Он также прекрасно понимал, что такой шанс выпадает лишь однажды и времени на раздумья нет. Бэнкс убедил Смита назначить цену за величайшее из сокровищ. И Смит тут же предложил вдове Линнея 1000 гиней, если детальная опись коллекции будет соответствовать его ожиданиям.

Тем временем количество желающих приобрести собрание великого шведского естествоиспытателя стало увеличиваться. Потенциальными покупателями были барон К.Альстремер, императрица Екатерина II, доктор Дж.Сибторп, а также некий богатый торговец из Гётенбурга. Понимая, чем все это кончится, ученые и студенты университета Уппсалы воззвали к властям: наследие Линнея любой ценой должно остаться в Швеции! Государственный секретарь на это ответил, что здесь не обойтись без вмешательства короля, который и должен поспособствовать приобретению коллекций и библиотеки в пользу короны. Но Густаф находился в Италии, и прежде чем он смог как-то повлиять на исход дела, Смит одобрил опись и утвердил сделку. 17 сентября 1784 г. книги и образцы Линнея покинули Стокгольм на английском бриге «Появление» и вскоре благополучно были доставлены в Англию.

История о том, что шведы, сначала позволив вывезти из страны национальное достояние, вдруг спохватились и, осознав свою величайшую ошибку, якобы послали на перехват судна свой военный корабль, не имеет никаких оснований.

рактирует медицинские, ботанические, зоологические, минералогические, музееведческие и библиографические интересы этой уникальной личности. Кроме того, за более чем двухвековую историю Общество создало собственную колоссальную естественнонаучную библиотеку и является местом хранения как уникальных исторических документов, так и современной периодики по биологии. Самая старая из книг датируется 1483 г., но особенно богатым считается собрание первоисточников XVIII и XIX вв. Здесь есть материалы по истории дарвинизма и других эволюционных теорий, по экологии, природоохранной деятельности, растениеводству, включая чаеводство. В Обществе хранятся библиотеки многих ученых, архивы и манускрипты естественнонаучных обществ, отчеты экспедиций, каталоги, фотографии, картины и рисунки, портреты, коллекции раковин, птиц и грибов, гербарии. Всего не перечислить. В отдельных помещениях находятся собрания частных коллекционеров, включая и упоминавшихся выше Бэнкса

и Смита, а также реликвии — персональные вещи Линнея, А.Уоллеса, Дарвина и многих других выдающихся натуралистов. Важно отметить, что все это неоценимое научное богатство доступно для работы любому исследователю.

Ко времени вечернего заседания, когда я попал в Линнеевское общество, комната, где хранится собрание самого Линнея, уже была закрыта, и мне, к сожалению, не удалось сделать фотографий. Вообще же для того, чтобы сфотографировать образцы или книги великого шведа, необходимо получить разрешение президента Общества, выдаваемое на основании рекомендательных писем нескольких его действительных членов. Однако можно получить уже готовые снимки. Все наследие Линнея тщательно документировано. Чтобы оценить, насколько трепетно англичане относятся к этой коллекции, надо сказать, что уже в апреле 1939 г. она, по соображениям безопасности, была вывезена из Лондона в Бедфордшир (Вобурнское аббатство). В 1940 г. было выделено 2000 фунтов стерлингов,

чтобы сделать только фотоопись бесценного наследия. Удивительно, но во время этой работы фотограф мисс Г.Браун обожглась о крапиву, собранную и смонтированную на гербарном листе 200 лет назад: «На руке вздулся волдырь, как если бы это была свежая крапива».

Продажа собраний Линнея иностранцу до сих пор остается предметом крайнего сожаления и даже стыда шведов. Великодушно и мудро написал шведский ученый доктор К.Хагберг: «Если кто-то чувствует стыд за то, что все это не нашло себе пристанища в одном из шведских институтов, и огорчен поведением тех, кого упрекают в небрежении, то по здравом размышлении он осознает, что коллекции могла бы постигнуть гораздо худшая судьба. Будучи доступными в таком космополитическом городе и научном центре, как Лондон, они безусловно служат международной славе Линнея. Шведы в неоплатном долгу перед Линнеевским обществом за то благоговение и заботу, с которым оно хранит и использует это бесценное наследие». ■

ПРИРОДА

Над номером работали

Ответственный секретарь
Е.А.КУДРЯШОВА

Научные редакторы
О.О.АСТАХОВА
Л.П.БЕЛЯНОВА
Е.Е.БУШУЕВА
М.Ю.ЗУБРЕВА
Г.В.КОРОТКЕВИЧ
К.Л.СОРОКИНА
Н.В.УЛЬЯНОВА
Н.В.УСПЕНСКАЯ
О.И.ШУТОВА

Литературный редактор
М.Я.ФИЛЬШТЕЙН

Художественный редактор
Т.К.ТАКТАШОВА

Заведующая редакцией
И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА

Младший редактор
Г.С.ДОРОХОВА

Перевод:
П.А.ХОМЯКОВ

Набор:
Е.Е.ЖУКОВА

Корректоры:
В.А.ЕРМОЛАЕВА
Е.А.ПИМЕНОВА

Графика, верстка:
Д.А.БРАГИН

Свидетельство о регистрации
№1202 от 13.12.90

Учредители:
Президиум РАН,
Издательско-производственное
и книготорговое
объединение «Наука»
Адрес издателя: 117997,
Москва, Профсоюзная, 90

Адрес редакции: 119991,
Москва, ГСП-1, Мароновский пер., 26
Тел.: 238-24-56, 238-25-77
Факс: (095) 238-26-33
Подписано в печать 22.09.2003
Формат 60×88 1/8
Бумага типографская №1,
офсетная печать, усл. печ. л. 10,32,
усл. кр.-отт. 67,8 тыс., уч.-изд. л. 12,2
Заказ 7674
Набрано и сверстано в редакции

Отпечатано в ППП типографии «Наука»
Академиздатцентра «Наука» РАН,
121099, Москва, Шубинский пер., 6