

ПРИРОДА

5 08



В НОМЕРЕ:**3** **Гендон Ю.З.****Пандемии гриппа: прошлое и будущее**

Последняя пандемия гриппа произошла 40 лет назад и была вызвана вирусом H2N2. Возможно, именно этот вирус гриппа человека (а не птиц — H5N1, как предполагалось ранее) станет виновником следующей пандемии.

10 **Головин Ю.И.****Электроника XXI века через призму нанотехнологии**

Прогресс нанотехнологий инициировался в первую очередь стремлением миниатюризировать полупроводниковые приборы. Наряду с развитием традиционных «кремниевых» технологий происходит и радикальное обновление самих принципов электроники. Основные направления здесь уже ясно вырисовываются.

20 **Шарова Н.П.****Протеасомы в судьбе злокачественной опухоли**

Может ли исчезнуть уже поразившая организм злокачественная опухоль? Такие случаи известны, и не исключено, что в этом какую-то роль играют протеасомы, протеолитические частицы, которые контролируют все клеточные процессы.

Лекторий**27** **Константинов М.М., Сидоров А.А.****Биогеохимические системы и рудообразование**

Биогеохимические процессы — необходимый глобальный фактор, определяющий стадийное концентрирование металлов в земной коре, приводящее на конечных стадиях к формированию рудных месторождений.

36 **Репина И.А.****«Ветер, ветер — на всем Божьем свете...»**

О природе кatabатических ветров

«Мистраль», «дульник», «бора» — все эти и еще десяток ветров в разных точках планеты имеют общее название — «katabатические», от греческого «спускаюсь».

44 **Никонов А.А.****Цунами имени Адальберта****Научные сообщения****50** **Сурдин В.Г.****Взрыв кометы Холмса****52** **Наконечная О.В., Корень О.Г., Сидоренко В.С., Журавлев Ю.Н.****Современник исчезнувших континентов****57** **Юревич А.В.****Поп-психология****61** **Мурзаева В.Э.****Судьба к нему благоволила
К 100-летию Э.М.Мурзаева****Наследие****67****«Устремление
в новую область науки»**

Очерк Н.К.Кольцова

Биография современника**72** **Гомазков О.А.****Ботаника — наука земная...****80****Новости науки**

Премии Американского астрономического общества — российским астрофизикам. **Закутняя О.В.** (80). Звезда в облаке пыли (81). Завершается миссия «Ulysses» (81). Нанoeлектроника. Лукавая цифра? (82). Переработка вместо захоронения (82). Орудия лова могут быть более безопасными для черепах. **Семенов Д.В.** (82). Атропин снижает уровень нейропептидов (83). Нефтегазовые ресурсы арктического и дальневосточного шельфов России (84). Столетие Тунгусской катастрофы. **Никонов А.А.** (84). Вулканизм и неотектоника северо-востока Камчатки (85). Динамика берегов Северного Понта и раннее расселение людей (86).

Коротко (9, 26, 35, 43, 49)

Рецензии**87** **Волков В.П.****Академик С.Ф.Ольденбург:
личность и эпоха**

(на кн.: Каганович Б.С. Сергей Федорович Ольденбург. Опыт биографии)

92**Новые книги****В конце номера****94** **Малых Н.И.****Боевой «корабль пустыни»**

CONTENTS:

3 Gendon Yu.Z.

Flu Pandemics: Past and Present

The last flu pandemic occurred 40 years ago and was caused by H2N2 virus strain. It is possible that exactly this human influenza virus (and not avian — H5N1, as was believed earlier) will cause the next flu pandemic.

10 Golovin Yu.I.

Electronics of 21st Century from Nanotech Perspective

Advances in nanotechnology were motivated first of all by striving for miniaturization of semiconductor devices. Along with development of traditional silicon technologies, a radical renovation of the very principles of electronics takes place. The main lines of investigation in this approach are already clear.

20 Sharova N.P.

Proteasomes in the Fate of Malignant Tumor

Can a malignant tumor already arisen in organism disappear? Such cases are known, and it is possible that some role in this belong to proteasomes, the proteolytic particles that control all cellular processes.

Lectures

27 Konstantinov M.M., Sidorov A.A.

Biogeochemical Systems and Ore Formation

Biogeochemical processes are the necessary global mechanism governing a phasic concentration of metals in the Earth crust, which eventually results in formation of ore deposits.

36 Repina I.A.

«Wind, wind — all over the world...»

On the Nature of Catabatic Winds

«Mistral», «dulnik», «bora» — all these and a dozen of other winds in different sites of our planet have a common name: «catabatic winds», from a Greek word for «descend».

44 Nikonov A.A.

Tsunami Named after Adalbert

Scientific Communications

50 Surdin V.G.

Explosion of Holmes Comet

52 Nakonechnaya O.V., Koren O.G., Sidorenko V.S., Zhuravlev Yu.N.

Contemporary of Vanished Continents

57 Yurevich A.V.

Pop-psychology

61 Murzaeva V.E.

Fortuna Was Benevolent to Him To Centenary of E.M.Murzaev

Heritage

67

«Aspiration into New Field of Science»

Sketch by N.K.Koltsov

Biography of Our Contemporary

72 Gomazkov O.A.

Botanics Is an Earthy Science...

80

Science News

American Astronomy Society Prizes — to Russian Astrophysicists. **Zakutnyaya O.V.** (80). A Star in a Dust Cloud (81). Mission «Ulysses» Is Going to End (81). Nanoelectronics: A Cunning Number? (82). Recycling Instead of Disposal (82). Fishing Gears Can Be More Safe for Turtles. **Semenov D.V.** (82). Atropine Brings Down Neuropeptides Levels (83). Oil and Gas Resources of Russian Arctic and Far East Shelves (84). Centenary of Tungus Catastrophe. **Nikonov A.A.** (84). Volcanism and Neotectonics of Kamchatka Northern-East (85). Dynamics of Northern Pont Shores and Early Human Settling (86).

In Brief (9, 26, 35, 43, 49)

Book Reviews

87 Volkov V.P.

Academician S.F.Oldenburg: Personality and Epoch

(on a book: Kaganovitch B.S. Sergey Fedorovitch Oldenburg. Attempt of a Biography)

92

New Books

End of Issue

94 Malykh N.I.

Battle-tried «Ship of the Desert»

Пандемии гриппа: прошлое и будущее

Ю.З.Гендон

Вирius гриппа был открыт всего 75 лет назад, и понятно, что выделить и исследовать вирусы, вызвавшие пандемии в прошлом, невозможно. Однако анализ заболеваемости и распространения гриппа позволяет выявить эти пандемии по крайней мере с XVIII в. [1].

В 1729 и 1781 гг. пандемии гриппа начались в России, охватили страны Европы, Америки и Азии и вызвали две волны заболевания, из которых вторая была наиболее серьезной. В следующем столетии пандемия, возникнув зимой 1830 г. в Китае, за два года поразила жителей Европы, Азии и Америки, при этом протекала она опять с наиболее тяжелой второй волной. Та же тенденция повторилась и во время начавшейся вновь в России пандемии в 1889–1892 гг., когда от гриппа погибло 6 млн человек, и в 1900 г., когда в Европе, Америке и Австралии от этой инфекции умерло 2 млн человек, и во время так называемого «испанского гриппа», который вспыхнул в 1918 г. в США и Китае, перекинулся на все континенты и унес жизни более 50 млн человек. В результате начавшейся в Китае пандемии за 1957–1958 гг. погибло 4 млн жителей разных стран, а при пандемии 1968–1967 гг. — 2 млн. Последняя пандемия гриппа произошла в 1977–1978 гг.; началась она в Китае и России, но по



Юрий Захарович Гендон, доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории РНК-содержащих вирусов НИИ вакцин и сывороток им.И.И.Мечникова РАМН, заслуженный деятель науки РФ (2000 г.), член Европейской академии наук. Область научных интересов — борьба с вирусными инфекциями и разработка противовирусных вакцин.

сравнению с предыдущими имела не столь серьезные последствия [1, 2].

Ясно, что предсказание времени возникновения следующей пандемии гриппа — занятие неблагоприятное, как очевидно и другое — готовиться к ней необходимо, когда бы это ни случилось. А чтобы встретить опасного врага во всеоружии, нужно знать его в лицо. К настоящему времени уже накоплено немало знаний о вирусах гриппа, причем не только человека, но и диких и домашних животных. Одно из главных свойств всех вирусов гриппа — изменчивость их антигенов, в основе которой лежит два механизма — дрейф и реассортация.

Дрейф происходит за счет точечных мутаций преимущественно в генах, кодирующих гемагглютинин — одного из погруженных в вирусную мембрану белков, который отвечает за контакт вириона со стенкой клетки,

без чего невозможно ее инфицирование. Но даже такие частичные замены в антигенных участках (доменах) гемагглютинина вызывают хоть и не полное изменение специфичности вируса, но позволяющее ему «ускользнуть» от тех антител, которые образовались к прежде циркулировавшему штамму. Происходит это практически ежегодно, в связи с чем Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) на основании изучения тысяч штаммов вируса, выделенных от заболевших гриппом, выявляет варианты, которые рекомендует для приготовления противогриппозных вакцин на следующий эпидемиологический сезон. Борьба с реальными, ежегодными эпидемиями гриппа не менее важна, чем подготовка к предполагаемой пандемии, поскольку они наносят огромный вред здоровью людей и экономике стран. По данным ВОЗ, ежегодно гриппом болеет 5–10%

© Гендон Ю.З., 2008

взрослых и 20–30% детей, при этом смертность составляет 250–500 тыс. человек, а экономический ущерб — 1–6 млн долл. на 100 тыс. человек.

Реассортация возникает при совместном размножении двух штаммов вируса гриппа в одном организме. В этом случае происходит не мутация отдельных генов, а обмен целыми генами, которые представлены в геноме вируса гриппа восемью достаточно независимыми фрагментами РНК. При замене гена, кодирующего гемагглютинин одного серотипа на другой, возникает вариант с существенными различиями антигенной специфичности. Среди таких вариантов могут оказаться высоковирулентные, вызывающие заболевание у 40–60% населения (т.е. пандемические) штаммы. Однако такие штаммы вируса гриппа могут возникать и при определенных мутациях даже в пределах одного и того же циркулирующего серотипа. Кроме того, пандемию также может вызвать вернувшийся через 60–70 лет «старый» серотип вируса, к встрече с которым не готова иммунная система молодых людей.

Пандемические вирусы

Поскольку вирус гриппа человека был открыт только в 1933 г., выделить и охарактеризовать «виновников» пандемий в конце XIX — начале XX вв. было невозможно. Тем не менее ретроспективный анализ антител в сыворотках живших в то время людей позволил предположить, что в 1889 г. пандемию вызвал вирус гриппа серотипа А/Н2, в 1900 г. — А/Н3, в 1918 г. — А/Н1N1* [3].

* В настоящее время известно три типа вируса гриппа — А, В и С, из которых наиболее опасен тип А, представленный 16 серотипами гемагглютинина (Н1—Н16) и девятью серотипами нейраминидазы (N1—N9) — второго по значимости в инфекционном процессе поверхностного белка. — *Примеч. ред.*

Во время пандемии 1918 г. 99% людей, умерших от гриппа и его осложнений, были моложе 65 лет (в основном 20–40 лет), на основании чего было высказано предположение, что люди старшего возраста обладали определенным уровнем иммунитета, а значит, уже сталкивались с вирусом, имевшим антигенное сходство с пандемическим штаммом [4].

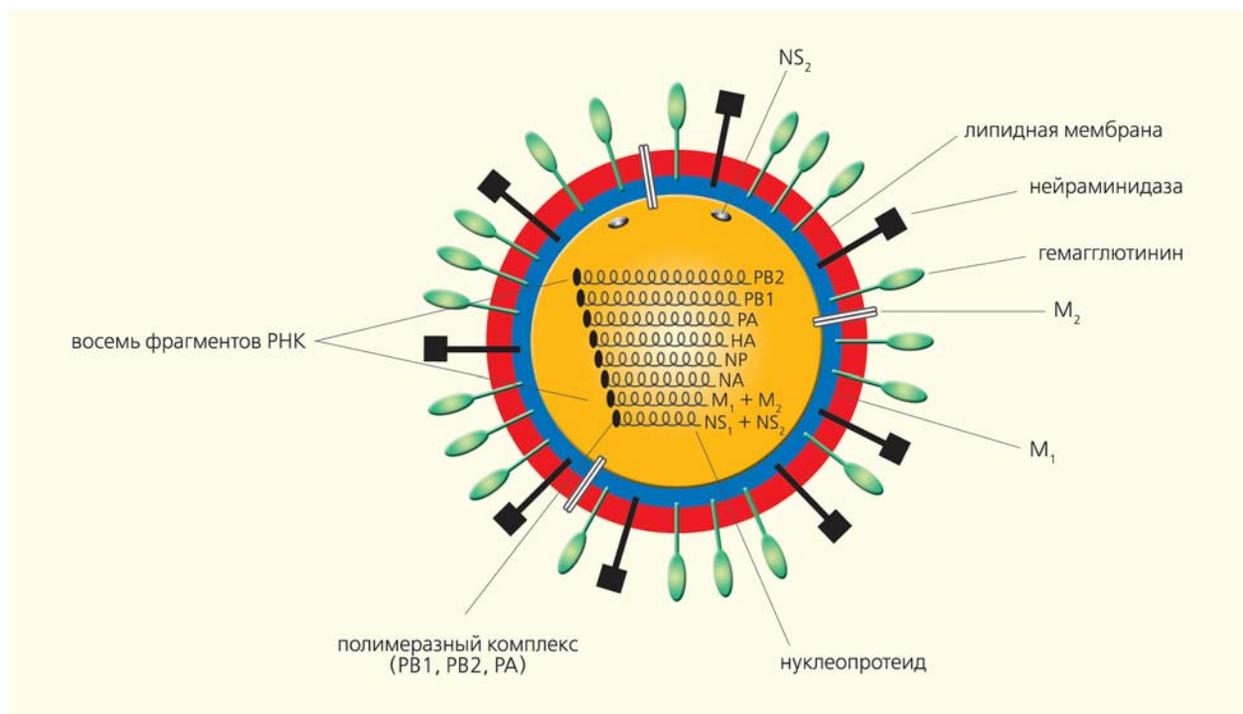
Досконально изучить возбудителя пандемии 1918 г. удалось только в нынешнем веке. Сначала по фрагментам вирусного генома (РНК), обнаруженным в телах умерших во время «испанского гриппа» людей, были выявлены все восемь генов вируса и определена их нуклеотидная последовательность. Затем с помощью генной инженерии был реконструирован весь вирус и изучена его патогенность. Исследования, проведенные в лаборатории Дж.Таубенбергера (Институт патологии Вооруженных сил США), показали, что гемагглютинин полученного вируса сходен, но не идентичен этому белку вирусов гриппа птиц, причем ни тому серотипу вируса, который циркулировал до начала пандемии 1918 г., ни одному из 16 современных его серотипов [2].

Высоковирулентным для мышей оказался не только сам реконструированный штамм, но и его реассортанты, созданные с использованием обычных эпидемических штаммов вируса гриппа человека. Примечательно, что у мышей патологические изменения в легких, сходные с осложнениями у людей, умерших во время пандемии 1918 г., вызывали и те реассортанты, которые несли оба гена пандемического штамма, кодирующих синтез ответственных за инфекционный процесс белков (гемагглютинина и нейраминидазы) [2], и те, которые содержали только ген гемагглютинина [5]. Из этого был сделан вывод, что высокая вирулентность вируса гриппа Н1N1 обусловлена главным образом особенностью

гемагглютинина этого вируса. Такой особенностью оказалось отсутствие полисахарида в участке, расположенном рядом с местом расщепления гемагглютинина на две цепочки (НА1 и НА2) [2]. Поскольку вирионы, содержащие нерасщепленный гемагглютинин, не обладают инфекционностью, было высказано предположение, что мутации, приведшие к утрате полисахарида, способствуют расщеплению гемагглютинина и могут быть причиной перехода непатогенных или малопатогенных штаммов вируса гриппа в высоковирулентные [6, 7].

Кроме того выяснилось, что РНК-полимераза (состоящая из трех белков — PA, PB1 и PB2) реконструированного штамма отличается от полимеразного комплекса вирусов гриппа птиц по 10 аминокислотам. Следовательно, вирус, вызвавший пандемию гриппа в 1918 г., возник не путем реассортации с вирусом гриппа птиц непосредственно перед началом пандемии, а скорее всего сформировался в течение длительной эволюции [2].

Возбудители пандемий гриппа в 1957–1958 гг. и в 1968–1969 гг., по мнению некоторых специалистов, возникли в результате реассортации между вирусами гриппа человека и птиц [8]. Однако анализ генов, кодирующих гемагглютинин у вируса гриппа человека H2N2 (возбудителя пандемии 1957–1958 гг.) и вируса гриппа птиц H2N2, выявил лишь 22% гомологии. При изучении же нуклеотидной последовательности вируса гриппа человека H2N2 установлено, что гены, кодирующие синтез одного из белков полимеразного комплекса (PA), нуклеопротеида (NP), а также матричного (M) и неструктурного (NS) белков, возникли от ранее циркулировавшего вируса гриппа человека H1N1, при этом происхождение генов гемагглютинина, нейраминидазы и белков PB1 и PB2 неизвестно, хотя ген PB1 был сходен с соответствующим геном вируса



Структура вириона вируса гриппа А. Диаметр вирусной частицы — 80—120 нм. В центре находится главный структурный белок вируса — нуклеопротеид (NP), содержащий восемь фрагментов РНК, которые кодируют 10 вирусных белков. Матричный белок M1 формирует внутренний слой липидной мембраны, на поверхности которой выступают гликопротеины двух типов. Гемагглютинин (HA), взаимодействуя с клеточными рецепторами, обеспечивает прикрепление вируса к клетке. Нейраминидаза (NA) отвечает, с одной стороны, за проникновение вирусной частицы в клетку, с другой — за выход из нее новых вирионов. Белки полимеразного комплекса (PB1, PB2 и PA) обеспечивают синтез вирусной РНК внутри клетки хозяина. Матричный белок M2 образует в мембране вириона ионные каналы. NS1 и NS2 — неструктурные белки, включающиеся в работу в зараженной клетке, при этом NS1 ингибирует действие интерферона, а NS2 обеспечивает трансляцию вирусной мРНК и транспорт полимеразного комплекса через ядерные поры в цитоплазму. Нуклеопротеид постояен по своей структуре и определяет тип вируса (А, В и С). Поверхностные белки, напротив, чрезвычайно изменчивы и определяют разные штаммы одного типа вируса (H1N1, H5N1 и т.д.).

гриппа птиц [9]. Таким образом, нет никаких данных, подтверждающих, что гемагглютинин вируса гриппа человека H2N2 был унаследован от вируса гриппа птиц.

Помимо этого выяснилось, что антитела к вирусу H2, которые были выявлены в сыворотках людей, живших в конце XIX в. (причем сыворотки были взяты до 1957 г., т.е. до начала пандемии), хорошо реагируют с гемагглютинином пандемического вируса 1957 г. [3]. Было обнаружено также, что во время этой пандемии молодые люди поражались гриппом значительно чаще, чем пожилые, которые, по-видимому, уже контактировали с аналогичным по

антигенной специфичности вирусом гриппа H2 во время пандемии 1889—1892 гг. [10].

Нейроминидаза вируса А/H3N2, вызвавшего пандемию гриппа 1968—1969 гг., по антигенной специфичности оказалась сходной с нейроминидазой штаммов вируса гриппа человека А/H3N2, циркулировавшими до 1918 г., а вот гемагглютинин, вероятно, унаследован от вируса гриппа утки (92% гомологии) [8]. Все остальные гены пандемического штамма 1968 г. происходили от H2N2 — вируса, вызвавшего предыдущую пандемию.

Однако в сыворотках, которые были взяты у пожилых людей до начала пандемии 1968 г., обнаруживались антитела к гем-

агглютиниру H3, сходные с антителами сывороток людей, переболевших гриппом в 1968 г. [3]. Эти данные позволили предположить, что аналогичный штамм вируса гриппа с гемагглютинином H3 уже циркулировал и вызвал пандемию в 1900 г.

Последняя пандемия 1977—1978 гг. вызвана вирусом гриппа А/H1N1, который, как правило, поразил людей моложе 20 лет. Объясняется это просто — поразили в основном те люди, которые ранее не встречались с вирусом H1N1, поскольку этот штамм прекратил циркуляцию в 1957 г. В том, что оба вируса (и вызвавший в 1977 г. пандемию, и циркулировавший за 20 лет до этого) идентичны, со-

мнений нет — это установлено в результате сравнительного анализа антигенной специфичности их гемагглютининов и нуклеотидной последовательности их генов [11]. Неясно пока только, как возник этот вирус, возможно, он лабораторного происхождения.

Вирус гриппа птиц

В последнее время очень много внимания уделяется высоковирулентному вирусу гриппа птиц А/Н5N1. История его популярности началась в 1997 г., когда во время вызванной этим вирусом эпизоотии гриппа кур в Гонконге было инфицировано 18 человек, из которых шестеро умерло. В последующие 10 лет эпизоотии гриппа домашних птиц, вызванные тем же серотипом вируса, наблюдались в 12 странах Азии и Европы, а количество заболевших при контакте с инфицированной птицей достигло почти 300 человек, из которых 60—70% погибло. Возникло естественное опасение, что высоковирулентный вирус гриппа птиц Н5N1 может вызвать пандемию гриппа у людей*.

Следует отметить, что люди и раньше заражались от птиц вирусами гриппа других серотипов (А/Н7N7, А/Н7N2, А/Н9N2 и др.), только жертв было меньше. Однако если сравнить количество людей, контактировавших с инфицированной вирусом Н5N1 птицей, с числом заболевших, станет видно, что их процент исключительно мал — примерно 1:10 тыс. (по другим расчетам, 1:100 тыс.) человек. Анализ возможной бессимптомной инфекции у таких людей показал, что инфекцию либо вообще невозможно выявить, либо она обнаруживается в очень редких случаях.

Крайне важно и другое — за 10 лет тщательного изучения

вируса Н5N1 так и не удалось доказать, что это вирус способен передаваться от заболевших людей здоровым. Дело в том, что в основе видовой специфичности вирусов гриппа лежит соответствие (или несоответствие) рецепторов на мембране клеток человека и животных составу аминокислот в рецепторном участке вирусного гемагглютинина. Было установлено, что у вирусов гриппа человека в этой области содержатся аминокислоты лейцин и серин в положениях 226 и 228 соответственно. Эта рецепторная область распознает и прикрепляется к расположенному на мембране человеческих клеток рецептору, который содержит на 6'-конце сиаловую кислоту (N-ацетиллактозамин) — Neu5Ac(2-6)—Gal. У вирусов гриппа птиц в тех же местах рецепторного участка гемагглютинина находятся другие аминокислоты — глутамин и глицин, и соединяться он может только с рецептором клеток птиц, у которого N-ацетиллактозамин находится на 3'-конце — Neu5Ac(2-3)—Gal. В этих различиях и заложена неспособность вирусов гриппа птиц инфицировать клетки человека, а вирусов гриппа человека — клетки птиц.

Однако рецепторами с Neu5Ac(2-6)—Gal обладают клетки только верхних дыхательных путей человека (слизистого эпителия носа, глотки, трахеи и бронхов), а клетки нижних отделов (нециллиарные кубовидные клетки бронхов и альвеол) снабжены рецепторами с Neu5Ac(2-3)—Gal [12]. Но даже если вирус гриппа птиц Н5N1 проникнет в бронхи или легкие, он не сможет инфицировать их, поскольку будет блокирован муцином, который выделяют клетки этого отдела. Не исключено, что защитное действие муцина объясняет столь низкую заболеваемость людей, контактирующих с больными птицами, а также отсутствие передачи вируса Н5N1 меж-

ду людьми. В то же время нарушение синтеза муцина, что случается довольно редко, может стать одной из причин заражения людей вирусами птичьего гриппа.

Некоторые исследователи полагают, что замена в рецепторной области гемагглютинина вируса Н5N1 наиболее важных для видовой специфичности аминокислот (возможно, всего двух) может привести к возникновению мутантного вируса, способного распознавать рецепторы человеческих клеток даже в верхних дыхательных путях, инфицировать большое число людей и передаваться при контакте. Недавно были выделены от заболевших людей три таких мутантных вируса Н5N1, которые могли распознавать рецепторы клеток и птиц, и человека. В гемагглютинине двух из них обнаружены мутации двух аминокислот (в позициях 192, 223 и 139, 182), а у третьего — трех (в позициях 75, 123, 193). По мнению авторов, для изменения видоспецифичности гемагглютинина вируса гриппа птиц должно произойти не менее двух подобных мутаций [13]. Допустим, это так, но тогда почему при инфицировании людей (в том числе и упомянутыми мутантными вирусами) не известно ни одного случая передачи вируса от человека к человеку, не говоря уж о заражении большого количества людей? Видимо, для успешной и значительной репродукции вируса птичьего гриппа в организме человека недостаточно изменения только рецепторного участка гемагглютинина.

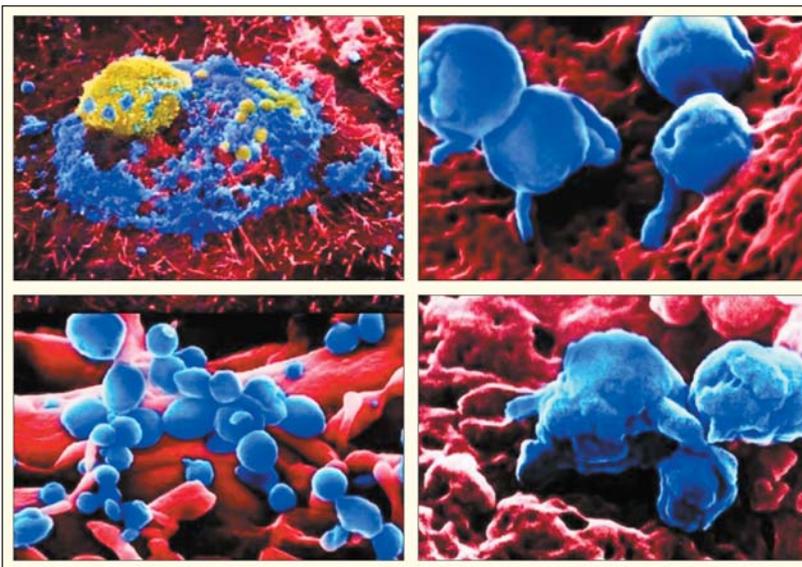
В видовой специфичности вирусов гриппа помимо рецепторного участка гемагглютинина участвуют и другие вирусные белки, например нейраминидаза и нуклеопротеид (NP). Так, реассортант, содержащий ген NP вируса гриппа птиц, а остальные гены вируса гриппа человека, оказался слабопатогенным для беличьих обезьян [14]. Недавно появились данные

* Подробнее см.: Львов Д.К., Забережный А.Д., Алитер Т.И. Вирусы гриппа: события и прогнозы // Природа. 2006. №6. С.3—13.

о роли белков полимеразного комплекса в видоспецифичности вирусов гриппа. Оказалось, что мутации в белке PA увеличивают репродукцию вирусов в клетках млекопитающих, в белках PB2 и NP — транскрипцию и репродукцию вируса в этих клетках, а мутация в белке PB1 — репродукцию вирусов гриппа птиц и в клетках млекопитающих и птиц [15]. В белке PB2 в положении 627 у вирусов гриппа человека содержится лизин, а у вирусов гриппа птиц — глутамин. Реассортант, содержащий ген, кодирующий белок PB2 вируса гриппа птиц, а остальные гены вируса гриппа человека, плохо размножался в человеческих клетках [16]. Вирус гриппа человека, несущий ген белка PB1 вируса гриппа птиц, практически не размножался в клетках млекопитающих и белых обезьянах [14].

И наконец, получены данные, свидетельствующие, что образование реассортантов между циркулирующими в настоящее время вирусами гриппа человека и вирусами гриппа птиц затруднено. «Мешает» этому матричный белок (М) современных эпидемических штаммов вируса гриппа человека [17].

Весьма важные данные были получены при заражении хорьков (животных, высокочувствительных к вирусу гриппа человека) искусственно созданными гибридами вирусов гриппа человека (H3N2) и птиц (H5N1) [18]. Для контроля авторы инфицировали хорьков патогенными вирусами гриппа человека и птиц, при этом H3N2 хорошо размножался и передавался другим хорькам, а в случае с H5N1 ничего подобного не происходило. Реассортант, содержащий гены гемагглютинаина и нейраминидазы вируса H5N1, а остальные гены вируса H3N2, не размножался в организме зараженных хорьков и не передавался здоровым животным. Те же результаты получены при заражении хорьков реассортантом, созданным на основе виру-



Микрофотографии вирусов гриппа птиц H5N1.

<http://www.antirak-center.ru>

са птиц, в котором гены гемагглютинаина и нейраминидазы принадлежали вирусу гриппа человека. Эти данные подтверждают, что для изменения видовой специфичности вируса гриппа птиц недостаточно мутаций в рецепторной области гемагглютинаина, равно как недостаточно и замены, казалось бы, самых важных в процессе инфицирования белков.

Итак, на основании накопленных к настоящему времени данных можно сделать вывод, что возникновение пандемии гриппа, вызванной вирусом гриппа птиц H5N1, маловероятно. Сходство же генов, кодирующих гемагглютинин и некоторые другие белки у высоковирулентных штаммов вирусов гриппа птиц и человека, можно объяснить общим происхождением этих вирусов. В течение тысячелетней эволюции они адаптировались к определенным хозяевам, при этом наиболее существенные изменения должны были произойти лишь в определенных генах (или даже в некоторых их участках), кодирующих белки, которые распознают рецепторы клеток хозяина. Другие гены могли сохранять консервативность, поэтому

нет ничего удивительного в сходстве последовательностей нуклеотидов в генах вирусов гриппа человека и животных. К тому же, учитывая частоту мутаций в генах вирусов гриппа, можно предположить, что все серотипы вирусов птиц (а их 16), возможно, произошли от общего предшественника в течение трех тысячелетий [19].

Возникновение вирулентности

И все же пандемические штаммы вирусов гриппа человека время от времени возникают и, как правило, обладают большей вирулентностью в сравнении с эпидемическими штаммами вируса. В чем же тут дело?

В поисках механизмов, объясняющих превращение обычных вирусов гриппа в высоковирулентные, стоит вспомнить о двух весьма интересных эпизоотиях гриппа птиц. Одна из них произошла в 1983—1984 гг. в США, другая на рубеже XX—XXI вв. в Северной Италии.

В США до начала эпизоотии, в апреле 1983 г., в Пенсильвании циркулировал слабопатогенный вирус гриппа A/H5N2. Однако

в октябре вдруг стал высоковирулентным и вызвал эпизоотию, для остановки которой пришлось уничтожить 17 млн кур. При сравнительном анализе свойств обоих штаммов выяснилось, что для расщепления гемагглютинина малопатогенного вируса требуется трипсин, а у вирулентного штамма этот белок расщепляется без трипсина. Аминокислотный состав в области, соседствующей с местом расщепления гемагглютинина, у обоих штаммов был сходным. Различия были обнаружены в составе субъединиц гемагглютинина — HA1 (в положениях 13, 69 и 123) и HA2 (в положении 501). Кроме того, вес цепочки HA1 у непатогенного штамма был несколько больше, чем у вирулентного вируса. Поскольку делеций или вставок аминокислот в HA1 не найдено, предположили, что изменение веса связано с потерей полисахарида в одном из участков гемагглютинина, обусловленной мутацией аминокислоты в позиции 13. По-видимому, утрата полисахарида может благоприятствовать доступу ферментов, распознающих последовательность аминокислот в месте расщепления гемагглютинина, что сопровождается более интенсивным формированием инфекционных вирионов и, как следствие, повышением вирулентности вируса [6].

Эпизоотия гриппа птиц в Северной Италии была вызвана вирусом гриппа A/H7N1. Как и в Пенсильвании, в Италии вирус гриппа H7N1 циркулировал до начала эпизоотии и был слабопатогенным, а в конце 1999 г. стал высокопатогенным. Выяснилось, что с приобретением новых свойств в вирусном геноме произошли некоторые изменения, вызвавшие увеличение количества основных аминокислот в области расщепления гемагглютинина и появление в двух его сайтах рядом с участком расщепления (в положениях 123 и 149) полисахаридов. Помимо этого, репродукция ви-

руса без дополнительных полисахаридов была в 100 раз меньше, чем у его варианта с полисахаридами [7].

Итак, сравнительный анализ малопатогенных и возникающих из них высоковирулентных штаммов вирусов, вызвавших две эпизоотии гриппа птиц, показал, что на расщепление гемагглютинина (что, напомним, крайне важно для образования инфекционных вирионов вируса гриппа) может влиять как утрата, так и вставка полисахаридов в участках рядом с областью расщепления этого белка [6, 7]. Высокая вирулентность пандемического штамма 1918 г. вируса гриппа человека H1N1 также была связана с исчезновением полисахарида в гемагглютинине [2].

Что касается появления высоковирулентных вирусов гриппа людей, то нельзя исключить, что штаммы A/H1N1, A/H2N2 и A/H3N2 возникли давно и циркулировали в течение сотен или даже тысяч лет, время от времени вызывая пандемии. Одни серотипы вирусов исчезали из циркуляции надолго (60—70 лет), а потом опять возвращались, когда у большинства людей уже не было иммунитета к такому серотипу вируса, что и приводило к массовому заболеванию гриппом с высокой смертностью. Конечно, более четкий ответ о происхождении пандемических штаммов вирусов гриппа человека можно было бы получить, сравнив вирусы, вызвавшие пандемии в XX в., с циркулирующими ранее, но это, к сожалению, невозможно. Нет пока определенного ответа и на другой вопрос: где и как могли сохраняться инфекционные штаммы вируса гриппа человека, на долгие годы исчезавшие из циркуляции среди людей и вновь возвращающиеся?

Обсуждая возможность возникновения пандемии гриппа у людей, вызванной вирусом гриппа животных, напомним об эпизоде, произошедшем в США в 1976 г., когда гриппом заболе-

ли пять солдат и один из них умер. От этих людей был выделен вирус гриппа свиней H1N1. В то время считалось, что пандемию гриппа 1918 г. вызвал именно этот вирус, поэтому во избежание вспышки новой пандемии было решено приготовить вакцину из выделенного вируса и провести массовую вакцинацию населения [20]. Через семь месяцев вакцина была готова, и осенью того же года ее ввели примерно 35 млн человек. И хотя эта вакцина вызвала в шесть раз больше случаев осложнений синдрома Жильен—Барро (полирадикулит), чем при использовании обычных противогриппозных вакцин из вирусов гриппа человека, предполагаемая пандемия, вызванная вирусом гриппа свиней H1N1, не состоялась.

Появление высоковирулентных вирусов гриппа совсем не обязательно должно быть связано с возвращением давно исчезнувшего серотипа вируса или реассортацией. Если учесть данные анализа штаммов вируса гриппа птиц, вызвавших эпизоотии в Пенсильвании и в Северной Италии, то не исключено, что даже постоянно циркулирующие вирусы гриппа человека (например, A/H3N2 и A/H1N1), которые обладают средней или даже слабой патогенностью, могут в результате некой мутации гемагглютинина резко повысить вирулентность и вызвать пандемию.

Что касается времени возникновения пандемии гриппа, то некоторые исследователи (например, академик А.А.Смординцев, Френсис и др.) считали, что пандемии могут возникать каждые 10—15 лет. Однако со времени последней пандемии в 1977 г. прошло 40 лет, но пандемий гриппа, к счастью, пока не было. Высказывались предположения, что пандемии гриппа возникают в периоды повышенной активности Солнца и, действительно, для пандемий 1957, 1968 и 1977 гг. такое совпадение имело место [21]. Одна-

ко после 1977 г. повышенная активность Солнца возникала уже неоднократно, но как-то обошлось без пандемий.

Пожалуй, если искать некую цикличность, то делать это стоит на основе анализа времени между самими пандемиями гриппа, вызванными одними те-

ми же серотипами вирусов гриппа человека. Рискую повториться, напомним, что вирус серотипа H2 стал виновником пандемии в 1889 и 1957 гг., а H3 — в 1900 и 1968 гг., т.е. между исчезновением вируса и его появлением проходит 60—70 лет. С этих позиций наиболее вероятный кан-

дидат в пандемический штамм — вирус гриппа человека H2N2, исчезнувший из циркуляции примерно 40 лет назад. Впрочем, нельзя исключить и трансформацию циркулирующих вирусов гриппа человека H3N1 и H1N1 из среднепатогенных в высокопатогенные. ■

Литература

1. Potter C. Chronicle of influenza pandemics // Textbook of Influenza / Eds K.Nicholson, R.Webster, A.Hay. Blackwell, 1998. P. 3—48.
2. Taubenberger J. // Proc. Amer. Phil. Soc. 2006. №150. P.86—112.
3. Masurel N., Marine W. // Am. J. Epidemiol. 1973. №97. P.44—49.
4. Luk J., Gross P., Thompson W. // Clin. Infect. Dis. 2001. №33. P.1375—1378.
5. Kobasa D., Takada A., Shinya K. et al. // Nature. 2004. №431. P.703—707.
6. Kawaoka Y., Naeve C., Webster R. // Virology. 1984. №139. P.303—316.
7. Keiner B., Wagner R., Herwig A. et al. Hemagglutinin glycosylation promotes spread of infection of a highly pathogenic avian influenza virus (H7N1). Option for the Control of Influenza. Canada, 2007. Abstr. 014. P.13.
8. Scholtissek C., Rhode W., Hoyningen V.von et al. // Virology. 1978. №87. P.13—20.
9. Kawaoka Y., Krauss S., Webster R. // J. Virol. 1989. №63. P.4603—4608.
10. Payne A. // Proc. Roy Soc. Med. 1958. №51. P.1009—1015.
11. Scholtissek C., Hoyningen V.von, Rott R. // Virology. 1978. №89. P.613—617.
12. Shinya K., Ebina M., Yamada S. et al. // Nature. 2006. №440. P.435—436.
13. Yamada S., Suzuki Y., Suzuki T. et al. // Nature. 2006. №444. P.378—382.
14. Snyder M., Bucklet-White A., London W. et al. // J. Virol. 1986. №61. P.2857—2863.
15. Gabriel G., Abram M., Keiner B. et al. // J. Virol. 2007. №113. P.9601—9604.
16. Subbaro E., London W., Murphy B. // J. Virol. 1993. №67. P.1761—1764.
17. Neuman G., Kawaoka Y. // Emer. Infect. Dis. 2006. №12. P.881—886.
18. Maines T., Chen L., Matsuoka Y. et al. // Proc. Nat. Acad. Scien. USA. 2006. №103. P.12121—12126.
19. Chen R., Holmes E. Molec. Biol. Evol. 2006. №23. P.2336—2341.
20. Top F., Russel P. // J. Infect. Dis. 1977. №136. P.376—380.
21. Yeung J. // Med. Hypothesis. 2006. №67. P.1016—1022.

У Сатурна стало одной лунной больше. Его 60-й спутник — Франк — был обнаружен на снимках, сделанных зондом «Кассини» 30 мая 2007 г. Предполагается, что это малое небесное тело (диаметр 2 км), состоящее из твердых пород и льда, удастся облететь на расстоянии 12 тыс. км в 2009 г. Sciences et Avenir. 2007. №727. P.21 (Франция).

В 2007 г. в состав регионального природного парка Кеира в Верхних Альпах вошел новый

природный национальный резерват — Ризтола Мон Визо. Под него отведено 2300 га у подножия горы Визо. Резерват отличается богатой альпийской флорой, насчитывающей около 800 видов растений (почти 20% французской флоры). Не менее представительна и фауна. Эндемичным видом этого района является саламандра Ланца. Terre Sauvage. 2007. №227. P.59 (Франция).

Группа специалистов из разных стран, совершившая шести-

недельное плавание по р.Янцзы, пришла к заключению, что озерный китайский дельфин (*Lipotes vexillifer*) — древний вид, обитавший в реке около 20 млн лет, — возможно, перестал существовать. Исследователям не удалось обнаружить ни одной особи этого почти слепого дельфина, который ориентируется посредством эхолокации. Главной причиной вымирания эндемика стали судоходство и строительство плотин. Science et Vie. 2007. №1074. P.31 (Франция).

Зеротика

Электроника XXI века через призму нанотехнологии

*Быть может, эти электроны —
Миры, где пять материков,
Искусства, знания, войны, троны
И память сорока веков!
Еще, быть может, каждый атом —
Вселенная, где сто планет.
Там все, что здесь, в объеме сжатом,
Но также то, чего здесь нет.*

Валерий Брюсов

Ю.И.Головин

Пришествие эры нанотехнологии как всеобщего и системного подхода к решению самых трудных технических задач в громадной степени было стимулировано беспрецедентными темпами развития микроэлектроники. Она и остается одной из важнейших и крупнейших сфер приложения нанопарадигмы. Поэтому большинство достижений в нанонауке сначала оцениваются с точки зрения перспективности их использования в компьютерной технике, средствах связи, электронике промышленного и бытового назначения.

Наследие и новизна

Планарная технология, позволяющая создавать интегральные схемы (ИС) на поверхности очень чистого кремния, была изобретена в 1959 г. и быстро внедрена в промышленность. Темпы совершенствования элементной базы твердотельной электроники с самого начала были исключительно высокими: в течение более чем четырех десятилетий динамика улучшения всех существенных параметров ИС укладывается на экспоненту. Так, количество элементов в микропроцессорах и блоках динамической памяти (DRAM) удваивается каждые полтора года (закон Мура — одного из осно-



Юрий Иванович Головин, доктор физико-математических наук, профессор, директор Научно-образовательного центра «Наноматериалы и нанотехнологии» Тамбовского государственного университета. Заслуженный деятель науки РФ. Область научных интересов — динамика структурных дефектов в различных материалах, влияние магнитных и микроволновых полей на структуру и свойства твердых тел, нанотехнологии.

вателей компании «Intel»). Этому соответствует неуклонное уменьшение характерных размеров отдельных элементов R , увеличение быстродействия, снижение энергопотребления и стоимости (рис.1). Экспоненциальный рост числа элементов, из которых состоит микросхема (в первую очередь транзисторов), привел к тому, что суммарно в 2005 г. было произведено около 10^{19} транзисторов (примерно по 1 млрд штук на каждого жителя Земли), что на три порядка превышает число зерен пшеницы, выращиваемых в мире ежегодно. Причем масштабы финансовых затрат сопоставимы: за каждое из этих зерен сейчас можно купить как раз 1 тыс. транзисторов. Мощность, рассеиваемая на затворах транзисторов за одно переключение, уменьшилась за последние 40 лет более чем в 10^5 раз.

Таким образом, последние пять десятилетий электроника стремительно развивалась под лозунгом: компактнее, быстрее, лучше, дешевле (имеются в виду характерные размеры отдельных элементов, быстродействие, соотношение цена/качество). Законы скейлинга обеспечивают обновление характеристик ИС при уменьшении R (табл.1). Чтобы поддерживать эти беспрецедентные в истории цивилизации темпы роста ключевых параметров выпускаемой продукции и в дальнейшем, необходимо к 2012–2015 гг. уменьшить технологический шаг при производстве ИС до ~ 10 нм (против ~ 100 нм, достигнутых в настоящее время). Некоторого прогресса можно ожидать на пути совершенствования существующих подходов. Однако, по общему мнению специалистов, имеющиеся в промышленности

технологии не смогут обеспечить такой рывок даже после существенного улучшения, поскольку в значительной мере они уже исчерпали свои возможности эволюционного развития. Освоение 10-нанометрового диапазона потребует разработки принципиально новых физических основ и технологий производства элементной базы, которые в общих чертах просматриваются уже сейчас. Интервал от 1 до 10 нм — пока поле деятельности для фундаментальных исследований, которые только нащупывают возможные маршруты продвижения массовых технологий в электронику нового типа — квантовую наноэлектронику.

Основные функции устройств наноэлектроники можно свести к следующему (рис.2):

обработка информации и выдача решений и управляющих команд с помощью микропроцессоров, работающих во взаимодействии с устройствами оперативной памяти;

долговременное энерго-независимое сохранение информации, к которой время от времени может обращаться информационная система;

передача информации внутри микросхемы, внутри компьютера, между различными технологическими и информационными модулями, по локальным и глобальным сетям;

преобразование информации, полученной из внешней среды, и трансформация ее в электрический сигнал различными сенсорами, а также обратное преобразование из электрической формы в другую — силовую, тепловую, звуковую, визуальную (актуаторы);

защита информации от несанкционированного доступа, использования, стирания и т.п.

Несмотря на различие в содержании этих задач, к их реализации можно предъявить и некоторые общие требования: повышение функциональности и интеллектуальности изделий, технологичности производства, на-

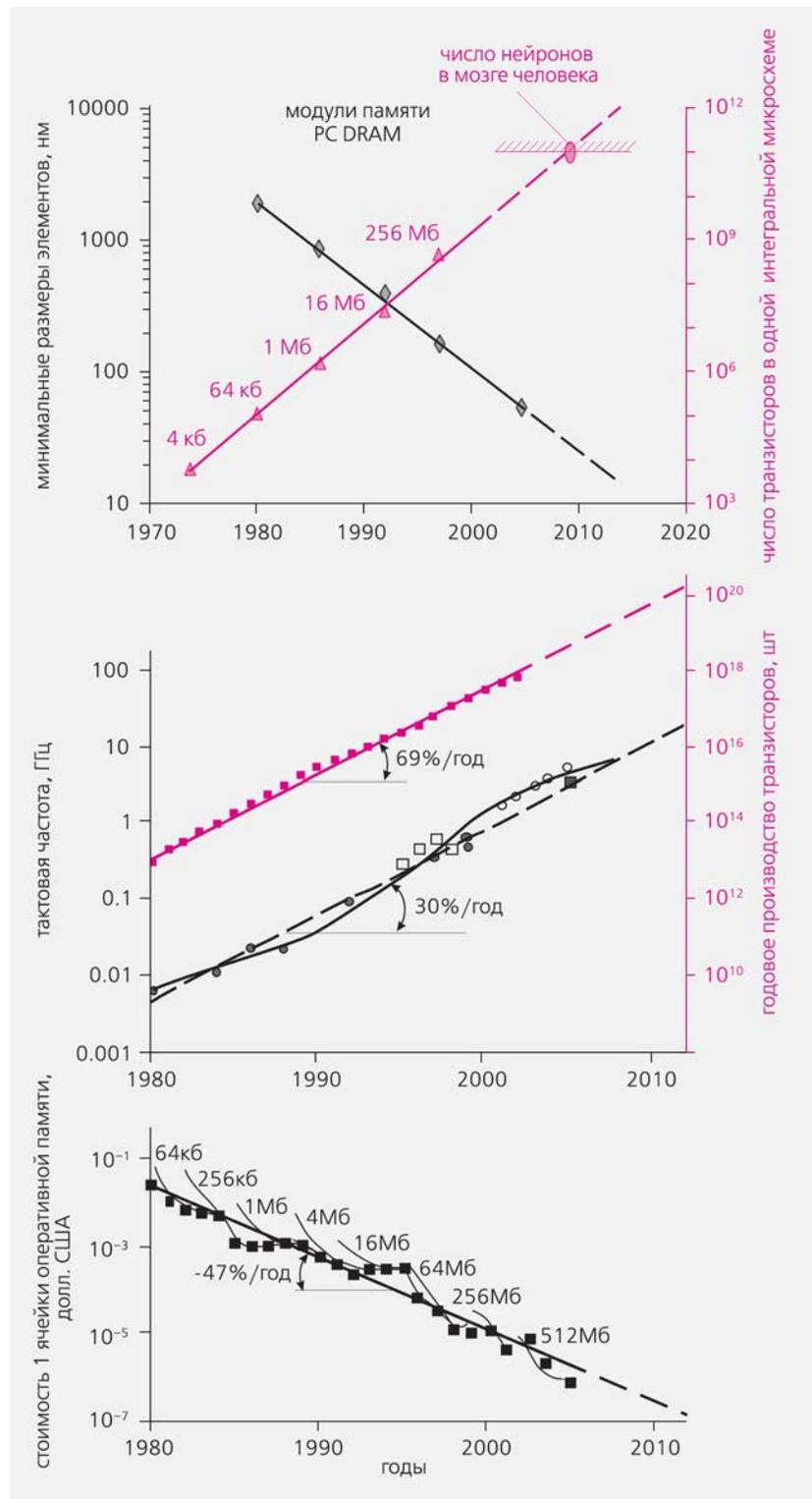


Рис.1. Динамика некоторых показателей развития твердотельной микроэлектроники. Представлены следующие характеристики: число транзисторов в одной микросхеме и минимальные размеры элементов в плоскости чипа; тактовая частота процессоров (различные типы выпускавшихся процессоров обозначены разными точками) и суммарное количество транзисторов, произведенное в мире за год; стоимость одной ячейки оперативной памяти (у точек указан объем памяти микросхемы DRAM).

Таблица 1

Характер изменения параметров МОП-структур при уменьшении их размеров в α раз (законы скейлинга при неизменной величине напряженности электрического поля)

Параметры	Зависимость от α
Размеры прибора	$1/\alpha$
Концентрация легатуры	α
Прикладываемое напряжение	$1/\alpha$
Электрическое поле	1
Емкость	$1/\alpha$
Подвижность носителей	1
Токовый дрейф	$1/\alpha$
Время переключения	$1/\alpha$
Мощность, рассеиваемая в одном цикле	$1/\alpha^2$
Энергия, рассеиваемая в одном цикле	$1/\alpha^3$
Плотность монтажа	$1/\alpha^2$
Плотность тепловыделения	1

дежности, быстродействия, емкости памяти при одновременном снижении материалоемкости, энергопотребления, себестоимости, сложности пользования. По-видимому, самый перспективный путь состоит в объедине-

нии всех перечисленных функций в одном гибридном устройстве, выполненном методами планарной технологии на одном чипе, что позволяет ему «чувствовать, думать, принимать решения, действовать и общаться». В

последние годы разработаны и освоены в массовом производстве десятки типов микроэлектромеханических систем (МЭМС). Так, несколько миллионов гибридных чипов установлены в современных легковых автомобилях, которые управляют срабатыванием подушек безопасности при аварии. На повестке дня стоит освоение наноаналогов таких систем.

С точки зрения новизны и радикальности подходов (а следовательно, и необходимых материально-экономических ресурсов, и затрат времени) можно обозначить три основных направления работ:

- совершенствование наноэлектроники путем эволюционного улучшения существующих «кремниевых» планарных технологий;
- более глубокое модифицирование планарной технологии и распространение ее на другие материалы и ситуации;
- создание принципиально новой электроники следующих поколений на основе «некремниевых» устройств и иных физических принципов.

Революционные идеи последнего пункта предполагают использование нанотрубок, фуллеренов и их производных, квантовых сверхпроводящих компонентов, устройств оптоэлектроники, биоэлектроники, одноэлектроники, спинтроники, переход к квантовому распределенным вычислениям и т.д.

В англоязычной литературе три упомянутых направления для краткости иногда называют: «В будущее вместе с кремнием», «рядом с кремнием» и «за пределами кремния» (рис.3). В настоящее время возможности кремниевых технологий до конца еще не исчерпаны, и при наличии специалистов, больших производственных мощностей, инфраструктуры, разогретых рынков сбыта этот сегмент еще долго будет занимать на рынке доминирующие позиции. Однако серьезные принципиальные ог-

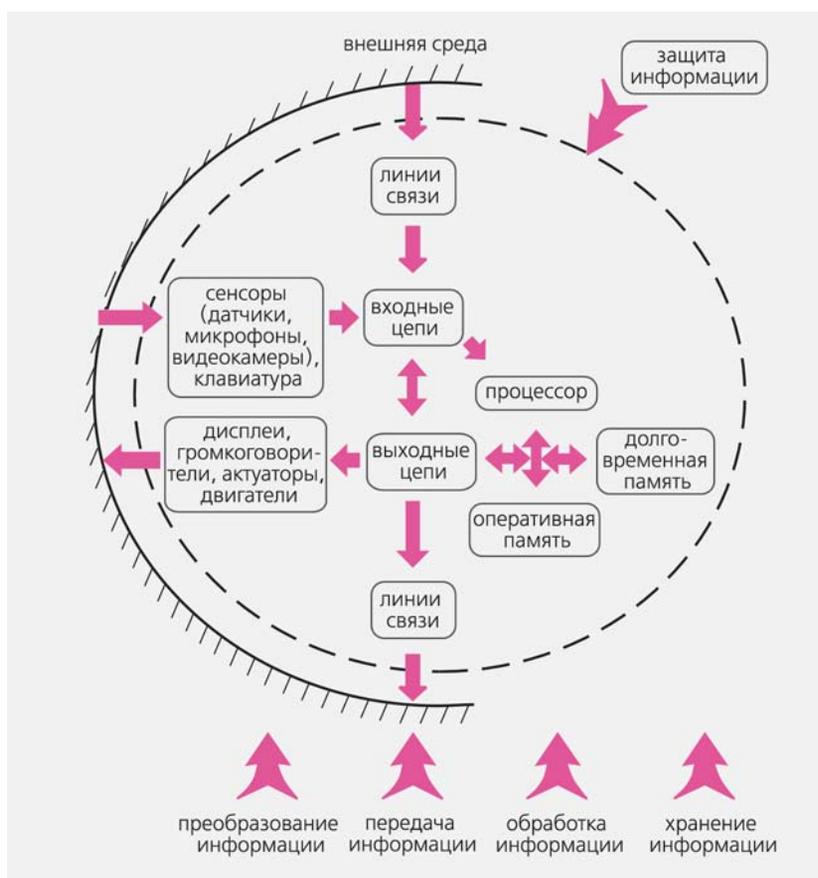


Рис.2. Основные функции и узлы компьютерно-ориентированной электроники.

раничения, с которыми здесь приходится сталкиваться, заставляют думать и над альтернативами. Более близким и прогнозируемым экспертам представляется второе направление. Но скорее всего — это паллиатив, и революционные преобразования информационной техники нас ждут за пределами «кремниевой» идеологии.

Камни преткновения для миниатюризации

Можно выделить три группы принципиальных причин, обуславливающих фундаментальные пределы для дальнейшего уменьшения размеров отдельных элементов в ИС (рис.4): термодинамические, электродинамические, квантовомеханические. Первая из них порождена конечной температурой объектов, хаотическим тепловым движением атомов и электронов, нагревом вследствие протекания тока, действием первого и второго начала термодинамики (в частности, стремлением к росту энтропии и потере информации в системе), особенностями обратимых и необратимых процессов в нанобъектах. Электродинамические ограничения вызваны инерционностью емкостей и индуктивностей в схеме, что препятствует быстрому изменению напряжений и токов при переходе от одного состояния к другому (например, при работе логических ключей в микропроцессоре или ячеек динамической памяти). Конечная скорость распространения электромагнитных волн (особенно в присутствии проводников, ферромагнетиков, ферроэлектриков), движения носителей заряда, перемагничивания ферромагнетиков или переполаризации диэлектриков накладывает дополнительные ограничения на быстродействие. Третья группа причин подключается при уменьшении характерных размеров объекта R до атомарных масштабов. При этом

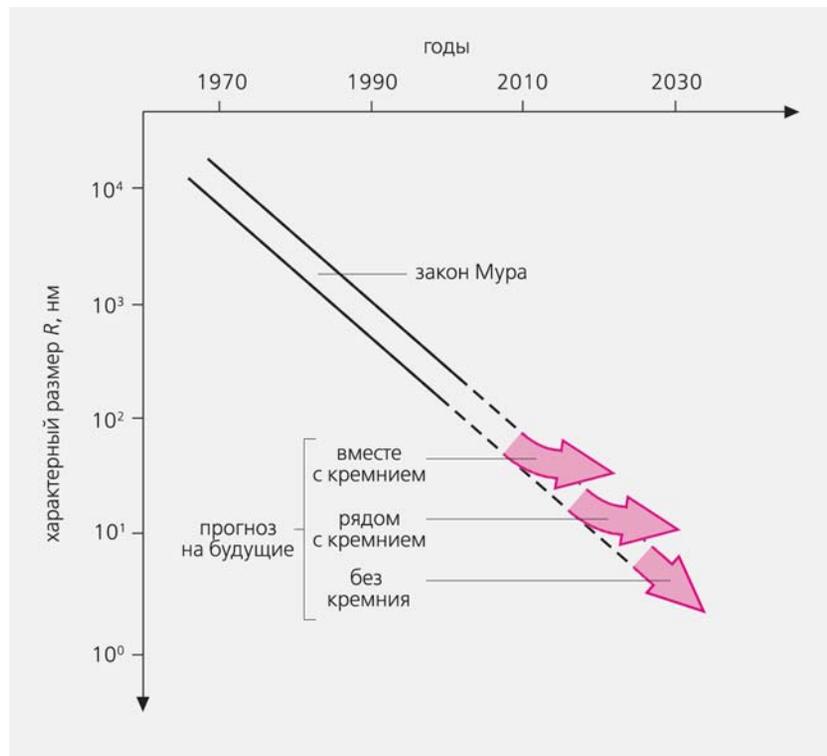


Рис.3. Три возможных сценария развития микро-, наноэлектроники в ближайшем и отдаленном будущем.

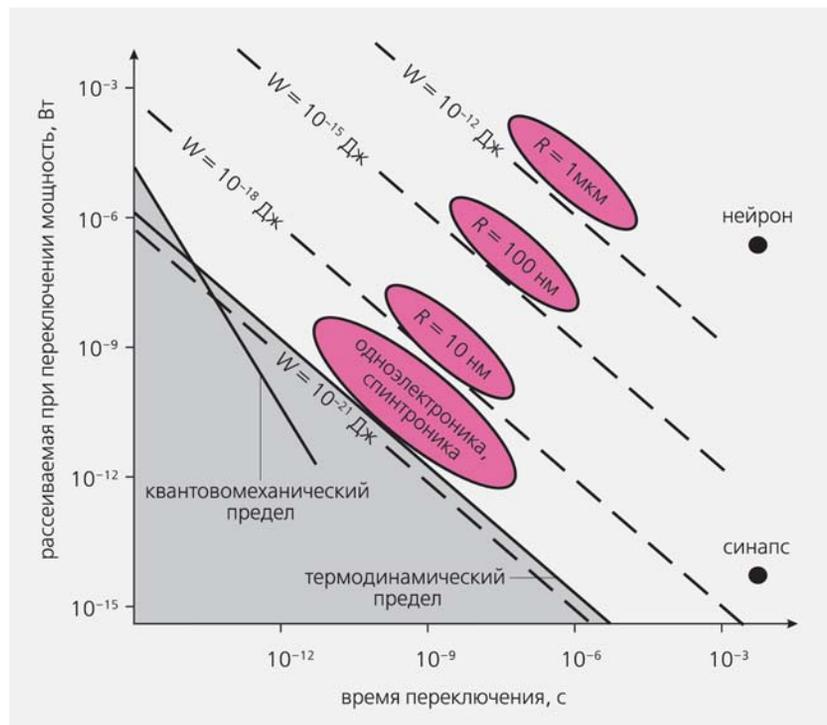


Рис.4. Фундаментальные пределы миниатюризации электроники. R — характерный размер элемента, W — энергия, рассеиваемая при одном переключении. Для сравнения показаны характеристики нейрона и синапса человека.

становится заметной атомная и электронная дискретность в явлениях переноса, взаимодействия частиц и т.п. Приближение R к длине волны де Бройля для электронов приводит к деформации и дискретизации электронных спектров, изменению электрических, магнитных и оптических свойств вещества. Снижение массы частицы (а следовательно, ее импульса p и энергии E) вызывает рост неопределенности ее положения (Δx , Δy , Δz) и длительности существования данного состояния

(Δt) в соответствии с принципом неопределенности Гейзенберга: $\Delta p_x \cdot \Delta x \geq \hbar/2$, и $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar/2$. Вместе с тем трансформация непрерывных спектров, распределений, состояний, характерных для объемных тел, в дискретные по мере уменьшения R отчасти даже помогает разработке новых принципов в цифровой технике. Из рис.4 видно, что до принципиальных пределов совершенствования электроники, положенных Природой, еще очень далеко. Реально сейчас необходимо бороться с различ-

ными практическими затруднениями и проблемами.

Если оставаться верными кремнию как основе ИС, можно задействовать ряд тактик по их дальнейшему совершенствованию. Упомянем здесь основные:

- создание и выбор эффективных материалов, технологий их производства и обработки;
- разработка новых принципов действия отдельных компонентов и технологий их приготовления в промышленных масштабах;
- оптимизация электрических схем на уровне схемотехники;
- совершенствование системной архитектуры сложных устройств или комплексов.

Как известно, чтобы создать ИС на поверхности полупроводника, необходимо сформировать на ней в соответствии с заданной электрической схемой области с проводящими, диэлектрическими и полупроводниковыми свойствами. Вкратце суть планарной технологии состоит в том, что сначала чистую поверхность кремния окисляют в потоке кислорода и образуют на ней тонкий слой двуокиси кремния, обладающий хорошими диэлектрическими свойствами. Затем в этом слое тем или иным способом вскрывают окна (обычно методом химического травления) для легирования кремниевой подложки и нанесения на эти места других необходимых материалов. Полученные таким образом слои с проводящими, диэлектрическими или полупроводниковыми свойствами имеют субмикронные толщины и, чередуясь, могут образовывать отдельные компоненты, связанные в заданную электрическую схему. Совокупность процессов формирования на поверхности кремния необходимых структур и составляет основу современных планарных технологий, которые позволяют одновременно изготавливать на поверхности чипа площадью $\sim 1 \text{ см}^2$ структуру, состоящую из громадного числа элементов

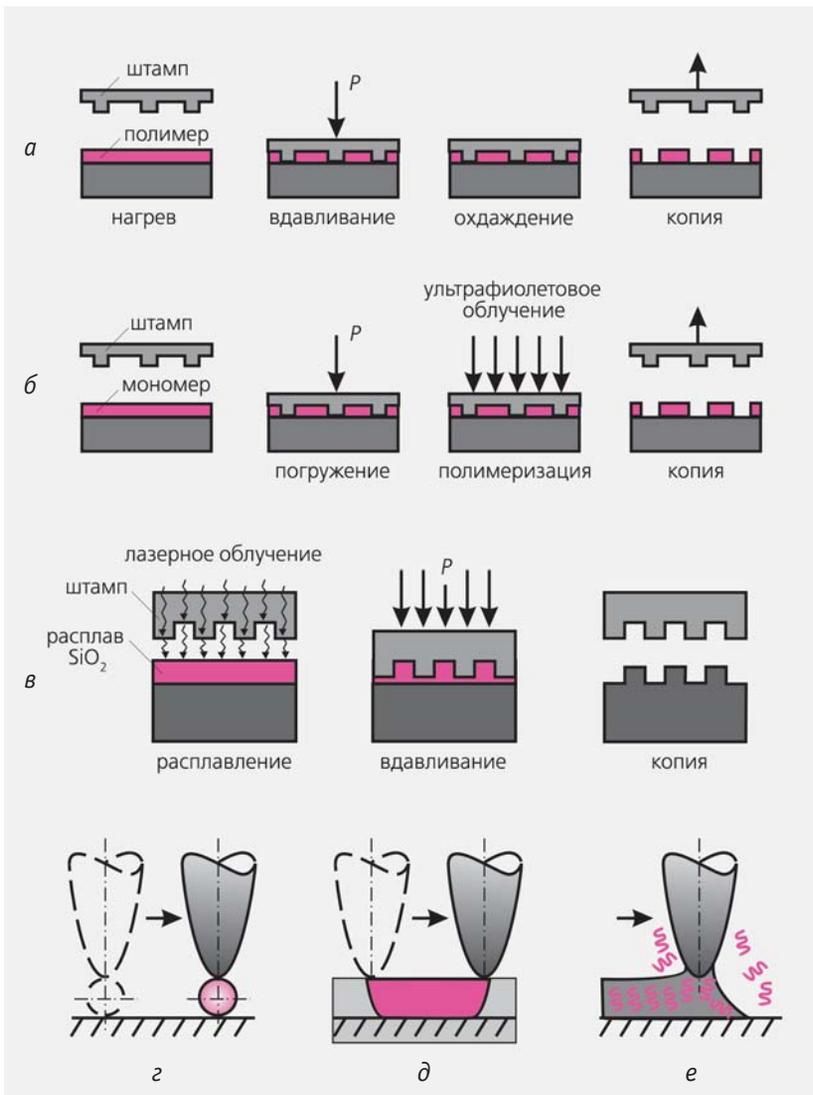


Рис.5. Новые методы нанолитографии — три варианта наноимпринтинга (а, б и в) и три схемы зондовой литографии: г — атомные манипуляции и дизайн; д — химические реакции в резисте (полимеризация, восстановление, окисление); е — осаждение из газовой или жидкой фазы.

(в настоящее время до $\sim 10^9$ элементов, из них — около 10^8 транзисторов).

Одно из узких мест в производстве микроэлектронных устройств, лимитирующее дальнейшую миниатюризацию, — перенос чертежа электрической схемы устройства на подложку. По установившейся традиции она называется литографией (от двух греческих корней, означающих письмо на камне). Хорошо освоенная лучевая литография продолжает быстро совершенствоваться, но кроме нее нанотехнологии предлагают несколько новых подходов (рис.5), основанных на применении вместо света электронных или ионных пучков, «наноштамповке» (наноимпринтинге) или манипуляции атомами с помощью зондовых сканирующих микроскопов. Проекционные методы литографии (рис.6), использующие маску-трафарет и создающие весь рисунок на поверхности чипа одновременно, обладают высокой производительностью, а точечные — высоким разрешением, но требуют большого времени из-за последовательного переноса изображения «шаг за шагом». Новинки дают возможность осуществлять процесс с гораздо более высоким разрешением и/или производительностью при меньших затратах (табл.2).

В рамках родственного направления микроэлектроники

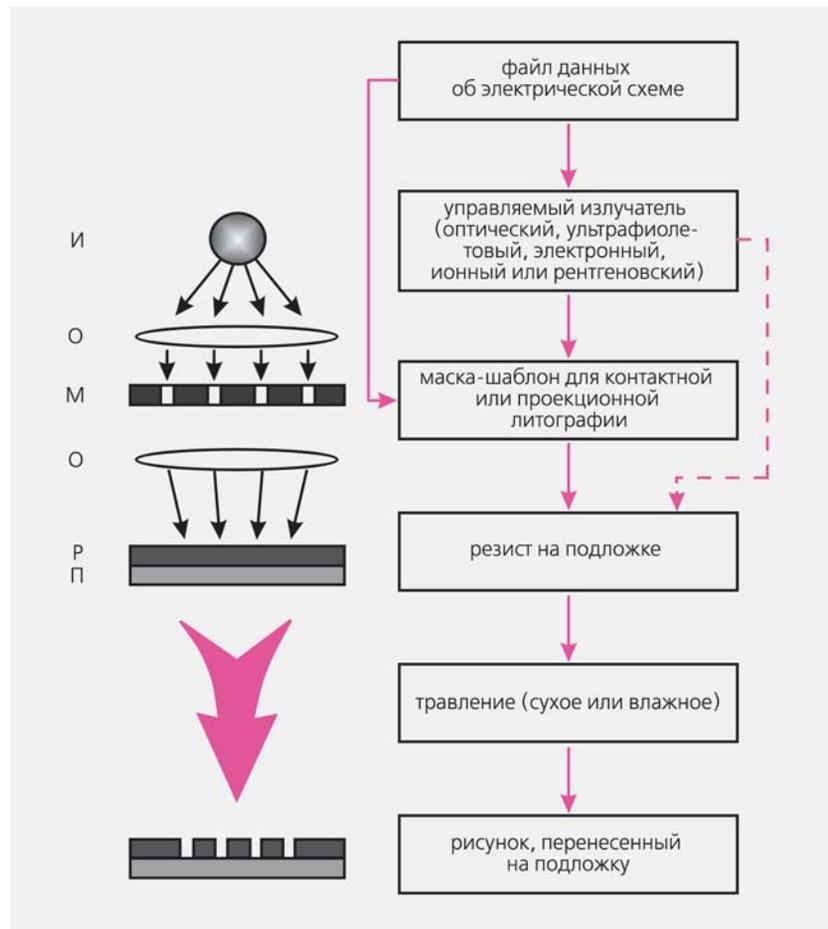


Рис.6. Оптическая нанолитография. И — источник излучения; О — оптические элементы; М — маска-шаблон; Р — резист; П — подложка.

«рядом с кремнием» одна из наиболее «продвинутых» ветвей связана с использованием бинарных полупроводниковых соединений: SiGe, SiC, InSb, GaAs, InP, GaN и более сложных по со-

ставу InGaP, InGaAlP и др. К ним примыкают соединения группы $^2A^6B$: ZnS, ZnSe, ZnO, пористый и механически напряженный Si.

Что касается полупроводников типа $^3A^5B$, то они привлека-

Таблица 2

Оценочное сравнение различных технологий нанолитографии

Технология	Промышленная Оптическая	Существующие		Разрабатываемые			
		Электронно-лучевая (проекционная)	Электронно-лучевая (точечная)	Ионно-лучевая (точечная)	Жесткий ультрафиолет	Зондовая	Наноимпринтинг
Характеристики							
Разрешение (нм)	100	50	20	30	30	10	10
Точность совмещения (нм)	20	10	2	3	3	1	100
Производительность (элементов/с)	10^{10}	10^{10}	10^4	$10-10^2$	10^{11}	до 10^3 на 1 зонд	10^{12}
Стоимость оборудования (долл. США)	10^7	10^7	10^6	10^6	$5 \cdot 10^7$	10^3	10^5

ют внимание в первую очередь своей высокой подвижностью носителей. Это автоматически увеличивает быстродействие созданных на их базе приборов не менее чем на порядок. В отличие от непрямозонного монокристаллического кремния, на этих прямозонных соединениях легко построить высокоэффективные лазеры и фотоприемники. Причем большой выбор базовых соединений и возможность усложнять их состав путем замещения части атомов другими, но из той же группы Периодической таблицы, позволяет глубоко варьировать ширину запрещенной зоны и спектральные характеристики приборов. Наконец, их можно выращивать хорошо освоенными в «кремниевой» технологии методами в виде монокристаллов, тонких пленок, эпитаксиальных гетероструктур, а также создавать ИС посредством планарной технологии. Все это вместе взятое и стимулирует внимание специалистов к «заместителям» кремния.

Революционная альтернатива

Но смена материальной основы ИС может быть и гораздо более радикальной. Рассмотрим всего несколько наиболее ярких примеров из большого числа революционных предложений, которые могут радикально поменять облик электроники. Одно из таких направлений связано с использованием углеродных и неуглеродных нанотрубок. В зависимости от хиральности (угла между осью трубки и определенным кристаллографическим направлением в ее структуре) одностенных трубок или же структуры и дефектности многостенных они могут обладать самыми различными транспортными свойствами. Так, электропроводность, имеющая квазиодномерный характер, определяется зонной структурой, рассеянием на примесях и фононах.

В бездефектных одностенных трубках с металлической проводимостью при низких температурах возможен бесстолкновительный баллистический режим переноса заряда, при котором величина проводимости определяется так называемым квантом проводимости $G = 4e^2/h$, где e — заряд электрона, h — постоянная Планка (соотношение Ландау). Сопротивление такого проводника не зависит от его длины и составляет десятки кОм (в зависимости от числа квантовых состояний для носителей). Это очень удобно для выполнения внутрочиповых соединений. Данный режим реализуется в случае, когда расстояние между контактами меньше длины свободного пробега, что вполне реалистично для условий применения нанотрубок в качестве соединительных проводников субмикронных длин. Экспериментально они были неоднократно испытаны в этом качестве и показали прекрасные результаты. Так, в одной из недавних работ многостенная нанотрубка продемонстрировала стойкость в течение более 300 часов непрерывной работы при плотности тока $j = 2 \cdot 10^{10}$ А/см² (!!!). Медный проводник в этих же температурных условиях разрушается при $j \approx 10^7$ А/см². Для сравнения укажем, что медные предохранители миллиметрового сечения плавятся уже при $j \approx 10^4$ А/см². Такая разница обусловлена улучшением условий теплообмена по мере уменьшения поперечного сечения проводника.

Соединение двух одностенных нанотрубок с разной величиной или типом проводимости в одну нанопроволоку дает диод нанометровых размеров. Проще всего реализовать эту ситуацию, соединив трубки с различной хиральностью. Две скрещенные нанотрубки, приводимые в касание (например, механически или электрическим полем), также образуют контакт с вентильными свойствами, совмещенный с переключателем.

Нанотрубки со свойствами полупроводников могут использоваться в полевых транзисторах подобно кремнию. За 10 лет (впервые возможность создания транзистора на нанотрубке была продемонстрирована в 1998 г.) удалось значительно улучшить характеристики нанотрубчатых полевых транзисторов, а также построить экспериментальные логические приборы и ячейки памяти. Сейчас их характеристики близки к таковым у лучших «кремниевых» при значительно меньших размерах.

Число идей и практических вариантов применения нанотрубок в нанoeлектронике множится с каждым годом. Помимо традиционных подходов использование нанотрубок в электронике предоставляет и уникальные возможности, отсутствующие у кремниевой базы. Так, группой С.Ииджимы — открывателя нанотрубок — в качестве ячейки памяти было предложено использовать короткую, закрытую с двух сторон трубку, в которую помещена молекула фуллерена C₆₀ (рис.7,а). Силы Ван-дер-Ваальса между ними нарастают вблизи концов нанотрубки, что приводит к возникновению двухъямного потенциала. Положению молекулы C₆₀ у одного края можно приписать логический «0», а у другого — логическую «1». Переключение между этими состояниями можно обеспечить, поместив атом металла в полость молекулы фуллерена. Он ионизируется, и в результате эндодральный комплекс приобретает заряд или дипольный момент. Приложение электрического поля вдоль оси трубки заставляет этот «челнок» переместиться из одного крайнего положения в другое, что и обеспечивает управление ячейкой. Отключение поля не приводит к изменению достигнутого состояния, т.е. реализуется долговременная память без энергопотребления.

Еще один пример построения запоминающей матрицы на нанотрубках показан на рис.7,б.

Верхний слой трубок с металлической проводимостью отделен от нижнего, полупроводникового, трехслойным диэлектриком $\text{SiO}_2\text{--Si}_3\text{N}_4\text{--SiO}_2$. Таким образом, в каждой точке пересечения трубок образуется индивидуальный полевой транзистор. Внутренний слой из нитрида кремния способен захватить инжектированные носители, что сдвигает величину критического напряжения открытия транзистора. Это и положено в основу принципа действия такой памяти, весьма сходного с освоеными в технологии флэш-карточек.

Несмотря на то, что электроника на нанотрубках обладает вполне приемлемыми электрическими характеристиками и может обеспечить плотность упаковки, недостижимую в кремниевой технологии, для реальной конкуренции с последней необходим переход от лабораторных образцов к массовой технологии. Отдельные ее элементы уже созданы: существует множество способов выращивания и управления ростом нанотрубок, их сортировки и выстраивания в заданные конфигурации, подведения контактов и т.п. Однако все это требует еще увязывания и объединения в единый технологический процесс, который обладал бы экономическими характеристиками, не уступающими кремниевой планарной технологии.

На языке квантов

Среди альтернативных подходов нанoeлектроники наиболее революционны те, что приближают работу устройства к квантовым пределам, положенным самой Природой, — один электрон, спин, квант магнитного потока, энергии и т.д. Это сулит быстрое действие \sim ТГц ($\sim 10^{12}$ операций в секунду), плотность записи информации $\sim 10^3$ ТВ/см², т.е. на много порядков выше, чем достигнутые сегодня, а энергопотребление — на несколько порядков ниже.

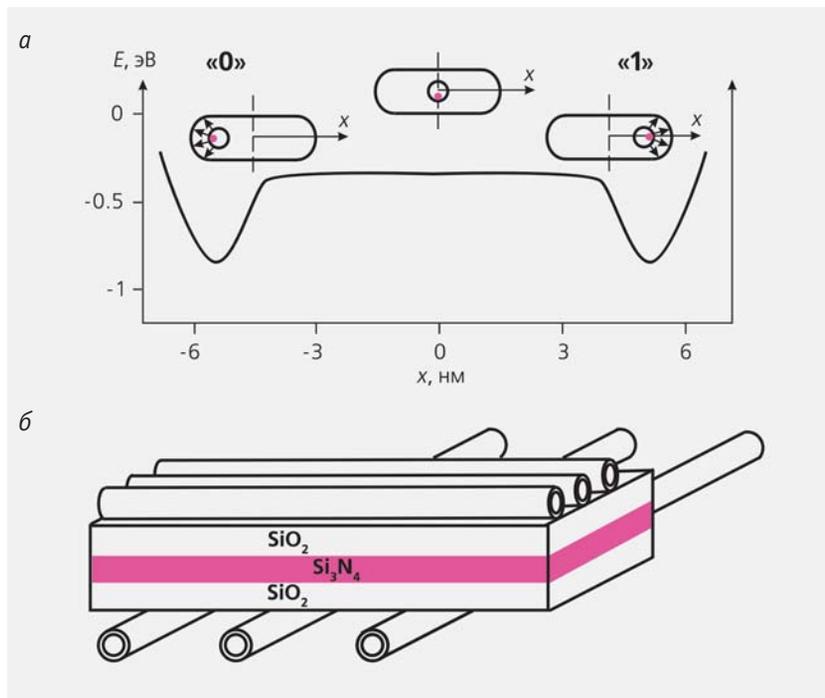


Рис.7. Запоминающие устройства на нанотрубках: а — с молекулой фуллерена во внутренней полости; б — с изолирующим слоем, содержащим глубокие ловушки электронов.

При такой плотности записи в винчестере размерами с наручные часы можно было бы разместить фотографии, отпечатки пальцев, медицинские карты и биографии абсолютно всех (!), до единого (!), жителей Земли.

Действительно, с принципиальной точки зрения для оперирования в двоичной системе необходимы элементы, которые способны реализовывать два устойчивых (стабильных во времени и не разрушаемых термическими флуктуациями) состояния, соответствующие «0» и «1», и допускать быстрое переключение между ними. Такие функции может выполнять электрон в двухуровневой системе (например, в двухатомной молекуле). Для этого он должен перейти с одного атома на другой, что реализовало бы заветную мечту — «одноэлектронное» устройство, а впоследствии — освоение мира *одноэлектроники*. Для сравнения упомянем, что современные электронные

средства неэкономно «тратят» сотни — тысячи электронов на одну операцию. Другая возможность заключается в переориентации спина электрона, у которого может быть только два устойчивых состояния в пространстве. На этом принципе основывается совершенно новое направление в науке и нанотехнологии — *спинтроника*.

Большая перспектива применения в нанoeлектронике, наносенсорной технике и других областях видится у низкоразмерных квантовых структур. Обычно это полупроводниковые или сверхпроводящие объекты, имеющие атомарный масштаб в одном, двух или всех трех измерениях. Их свойства могут резко отличаться от объемных для того же материала вследствие яркого проявления квантовых размерных эффектов. Физическая причина этих различий такова: когда хотя бы один из размеров объекта становится соизмеримым с длиной волны де Бройля для электронов или меньше ее,

вдоль этого направления начинается размерное квантование. Из рис.8 хорошо видно, что по мере понижения размерности (т.е. с ростом ограничений для движения электронов) спектр все более дискретизируется, и для квантовой точки становится похожим на атомарный. Различные варианты двух основных технологий получения низкоразмерных структур — молекулярно-лучевая эпитаксия и химическое осаждение — дают возможность формирования двумерных (тонкие пленки), одномерных (квантовые проволоки) или нуль-мерных (квантовые точки) образований, которые уже используются и будут использоваться еще шире в электронных и фотонных приборах. Большую роль в получении таких объектов играют также процессы самоорганизации, в которых необходимая структура формируется из менее упорядоченной путем *самосборки и самоорганизации*. В качестве наиболее известного применения низкоразмерных систем можно привести использование квантовых точек для создания лазеров, построенных на гетероструктурах. Квантовые точки имеют широкие перспективы для работы в детекторах инфракрасного излучения (в частности, в области длин волн 8—14 мкм, соответствующей максимуму

теплого излучения человеческого тела), в суперплотной памяти с ячейками, в которые захватывается один или несколько электронов, и т.д.

Радикальное обновление принципов электроники лежит на путях *использования сверхпроводящих элементов*, включающих *джозефсоновский переход*. Он представляет собой две сверхпроводящие пленки, разделенные тонким (~1 нм) слоем диэлектрика. Такие сверхпроводящие структуры называют слабосвязанными. В физических лабораториях к настоящему времени разработано множество джозефсоновских устройств, имеющих обширное поле применения в качестве генераторов и приемников миллиметровых и субмиллиметровых излучений, логических элементов и ячеек памяти, устройств квантового кодирования и передачи данных, высокочувствительных датчиков магнитного поля, электрического заряда, напряжения, тока, теплового потока и т.д. Принцип действия таких элементов основан на квантовых закономерностях поведения одного или нескольких джозефсоновских контактов, включенных в обычную электрическую цепь. Электроны в сверхпроводнике ведут себя скоррелированно, в результате чего ток и созданный им магнитный поток кван-

туются, подобно тому, как квантуются электронные орбитали и уровни энергии в отдельном атоме. Из-за этого в кольце, состоящем из двух джозефсоновских контактов, которые включены параллельно, может укладываться только целое число длин электронных волн, а внутри такого кольца может существовать не любой магнитный поток, а только кратный целому числу квантов магнитного потока $\Phi_0 = \hbar/2e \approx 2 \cdot 10^{-15}$ Вб. Это обеспечивает автоматический переход от аналогового способа представления информации к дискретному. Использование слабосвязанных сверхпроводящих структур позволяет достичь в устройствах квантового кодирования и передачи данных предельно низких уровней шума и энергопотребления при рабочих частотах ~10¹² Гц.

Еще одно альтернативное направление развития электроники, позволяющее реализовать многие ее функции и одновременно радикально уменьшить размеры отдельных элементов, — *молекулярная электроника*, использующая в электрических цепях макромолекулы и их фрагменты. Одиночные органические молекулы предлагается использовать для создания ячеек памяти, логических ключей, излучателей и приемников света, соединительных проводников и

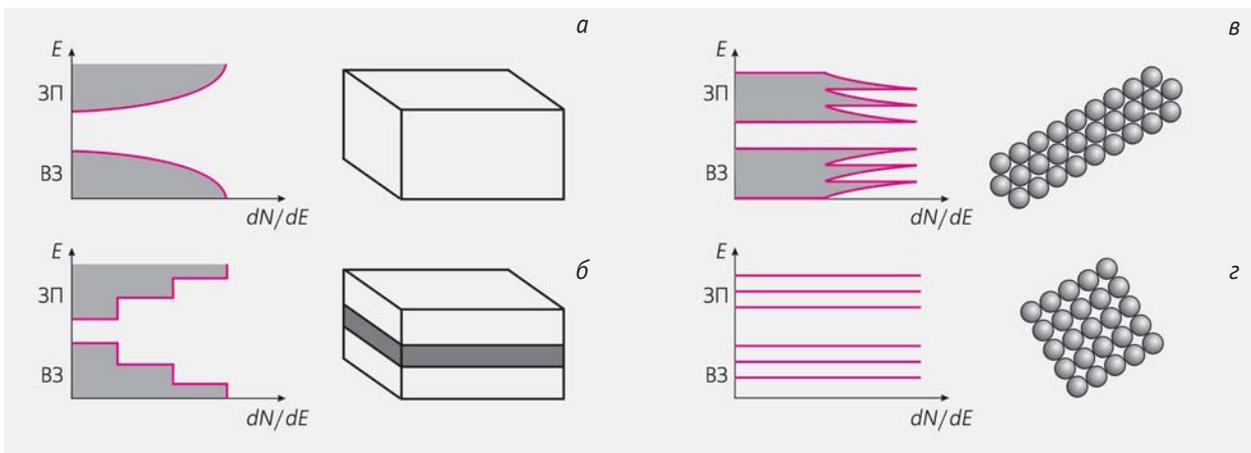


Рис.8. Электронные спектры макроскопического тела (а); квантовой ямы (б); квантовой проволоки (в) и квантовой точки (z). B3 — валентная зона; 3П — зона проводимости.

многих других элементов наноэлектроники будущих поколений (см., например, рис.9). У макромолекул есть одно бесспорное преимущество перед малоатомными неорганическими кластерами (металлическими, полупроводниковыми) — постоянство состава и свойств (для молекул данного вещества). Характеристики кластеров со свойствами квантовых точек, проволок, ям очень чувствительны к числу атомов в них, которое при создании трудно контролировать с точностью до единиц. Это обстоятельство предопределяет полную идентичность и отсутствие разброса параметров молекулярных элементов электроники в отличие от построенных на неорганических малоатомных кластерах. Потенциально органические молекулы способны выполнять практически все группы функций, которые сейчас обеспечиваются твердотельной полупроводниковой электроникой (табл.3).

* * *

Итак, твердотельная электроника, инициировав процесс миниатюризации техники около полувека назад, продолжает лидировать в развитии нанотехнологий и генерировании новых идей. В ближайшие годы продолжится совершенствование «кремниевых» технологий. Вместе с тем вырабатываются принципиально новые подходы к дальнейшему уменьшению

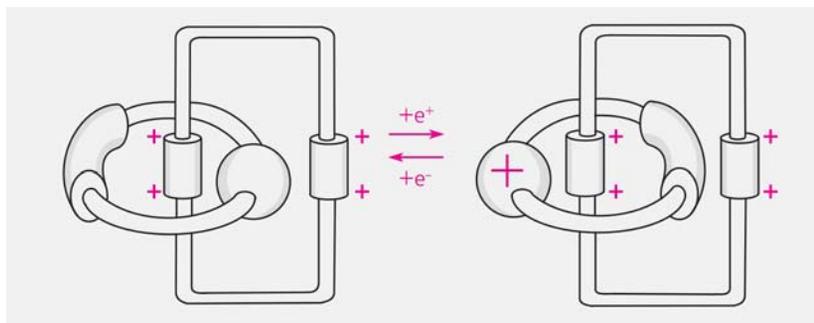


Рис.9. Схема переключателя (ячейки памяти) на молекуле ротаксана, меняющей конформацию вследствие присоединения или потери электрона (окислительно-восстановительной реакции). В результате левая кольцеобразная часть молекулы поворачивается относительно замкнутой правой части на 180°.

Таблица 3

Фундаментальные свойства органических молекул и их возможные приложения в электронике

Свойства	Возможные приложения
Электрическая проводимость	Нанопроволоки, контакты, соединения, сенсоры, диоды, переключатели, транзисторы, интегрированные приборы
Оптоэлектронные проявления	Сенсоры, излучатели, дисплеи, фотоэлектронные переключатели, оптическая память и логика, процессоры
Молекулярный магнетизм	Магнитная память; процессоры, объединенные с памятью
Структурная и электронная изменчивость	Сенсоры, движители, актуаторы, сканеры, память
Конформационная лабильность	Сенсоры, переключатели, память

размеров элементов и улучшению параметров микроэлектроники: нанотрубочная электроника, одноэлектроника, молекулярная наноэлектроника, устройства для квантовых вычислений, сверхпроводящие устрой-

ства и др. Нет никаких сомнений, что общий социально-экономический прогресс в ближайшие десятилетия будет в значительной мере определяться успехами в нано- и информационных технологиях. ■

Литература

1. Килби Дж. // УФН. 2002. Т.172. С.1102—1109.
2. Алферов Ж.И. // УФН. 2002. Т.172. С.1068—1086.
3. Nanoelectronics and Information Technology. Advanced Electronic Materials and Novel Devices / Ed. R.Waser. Weinheim, 2003.
4. Future Trends in Microelectronics / Eds S.Luryi et al. Hoboken, 2002.
5. Gosser K., Glösekötter P., Deinstuhl J. Nanoelectronics and Nanosystems. From Transistors to Molecular and Quantum Devices. Berlin, 2004.
6. Shchukin V.A., Ledentsov N.N., Bimberg D. Epitaxy of Nanostructures. Berlin, 2004.
7. Cressler J. Silicon Heterostructure Handbook. L., 2005.
8. Silicon: Evolution and Future of a Technology / Eds P.Siffert et al. Berlin, 2004.
9. Tilly R.J.D. Understanding Solids. The Science of Materials. Hoboken, 2004.
10. Wolf S.A. et al. // Science. 2001. V.294. P.1488—1495.
11. Springer Handbook of Nanotechnology / Ed. B.Bhushan. Berlin, 2003.
12. Silicon Carbide. Recent Major Advances / Eds W.J.Choyke et al. Berlin, 2004.

Протеасомы в судьбе злокачественной опухоли

Н.П.Шарова

Может ли исчезнуть уже поразившая организм злокачественная опухоль? Вряд ли кому-нибудь вопрос покажется риторическим, хотя и до сих пор большинство онкологических больных считают себя обреченными. В течение многих лет ученые исследуют механизмы возникновения и развития злокачественных опухолей, разрабатывают терапевтические методы, которые позволили бы остановить рост новообразований. Несмотря на то, что в этой области достигнуты определенные успехи, пока лишь удастся задержать рост опухолей на более или менее длительное время. Вместе с тем известны случаи самопроизвольного исчезновения опухолей у людей и животных. Это значит, что в раковых клетках был запущен апоптоз (запрограммированная клеточная гибель) либо благодаря молекулярным механизмам внутри самих клеток, либо под действием иммунной системы. В обоих случаях должны существовать «спусковые крючки», нажав на которые, можно заставить злокачественные клетки повернуть на путь гибели. Если обнаружить такие «спусковые крючки», не исключено, что в дальнейшем можно будет найти и способы на них нажимать.

Скорее всего, подобные «спусковые крючки» нужно искать среди ферментативных систем, которые осуществляют и (или)



Наталья Петровна Шарова, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведует лабораторией биохимии Института биологии развития им.Н.К.Кольцова РАН. Область научных интересов — механизмы функционирования ДНК-полимераз в онтогенезе, количественные и качественные изменения протеасом в развитии организма и при злокачественном перерождении клетки.

регулируют не один, а многие клеточные процессы. К числу таких систем прежде всего относятся протеасомы — сложные, состоящие из многих субъединиц белковые комплексы, чье назначение в клетке — расщеплять, «выводить из игры» в нужное время и в нужном месте важнейшие, но ставшие уже бесполезными белковые компоненты [1]. Протеасомы контролируют все клеточные процессы, устраняя (когда это необходимо клетке) белки, которые в этих процессах участвуют или их регулируют. Более того, протеасомы необходимы и для работы иммунной системы. Как правило, эти протеолитические частицы расщепляют белок-мишень после его специального мечения — присоединения к нему цепочки из нескольких (не менее четырех) молекул белка убиквитина. По такому своеобразному ярлыку, маркеру, протеасомы распознают белок, подлежащий уничтожению.

Во многих работах, посвященных изучению механизмов злокачественной трансформации клеток, придается большое значение нарушениям, которые случаются в процессе мечения белков убиквитином. Якобы только на этом этапе происходят основные события, связанные с расщеплением (гидролизом) белков протеасомами. Считалось, что маркированный таким способом белок-субстрат автоматически уничтожается в протеасоме — машинке «для рубки» белков на части. Так ли на самом деле? Ведь разрушение белков протеасомами — один из основных механизмов, обеспечивающих регуляцию жизнедеятельности клетки. Протеасомы регулируют различные процессы и в злокачественно перерожденной клетке. Что же в ней происходит с теми многими формами весьма сложных протеолитических частиц, которые известны к настоящему времени? Ответ мы попытались най-

ти, проведя исследования разных форм протеасом и их субъединиц в экспериментальных опухолях грызунов. О результатах этой работы и пойдет речь, но прежде рассмотрим — схематично — структуру и функции множественных форм протеасом с учетом новых данных, полученных за последние несколько лет.

Контролеры и мусорщики

Разные формы протеасом отличаются составом субъединиц, спецификой гидролиза белков и, следовательно, физиологической ролью в клетке*. Все многообразие протеасом мы намеренно свели к двум основным — 26S- и 20S- — формам. Наиболее просто организованная 20S-частица состоит из четырех собранных в стопку колец двух типов (α - β - β - α), каждое из которых образовано семью белковыми субъединицами. Два внутренних β -кольца имеют по три протеолитические субъединицы: одна расщепляет белки подобно ферменту химотрипсину, другая — как каспаза, третья — как трипсин. Активные центры этих субъединиц обращены внутрь протеасомы, в протеолитическую камеру, так что белки-мишени могут быть гидролизованы, только если попадут в нее. Внешние α -кольца служат своеобразными гидрофобными «пробками», которые закрывают вход в протеолитическую камеру за счет N-концевых участков каждой из семи субъединиц. Вход туда открывается с помощью регуляторных субчастиц 19S, которые присоединяются с двух сторон к 20S-«ядру», образуя 26S-протеасомы. К ним же относят и гибридные формы, у которых одна из 19S-субчастиц замещена на другой регулятор (PA28, PA200). Благодаря 19S-комплексу 26S-протеасомы распознают белки с прикрепленным убиквитином, связыва-

* Подробнее об этом см. [1].

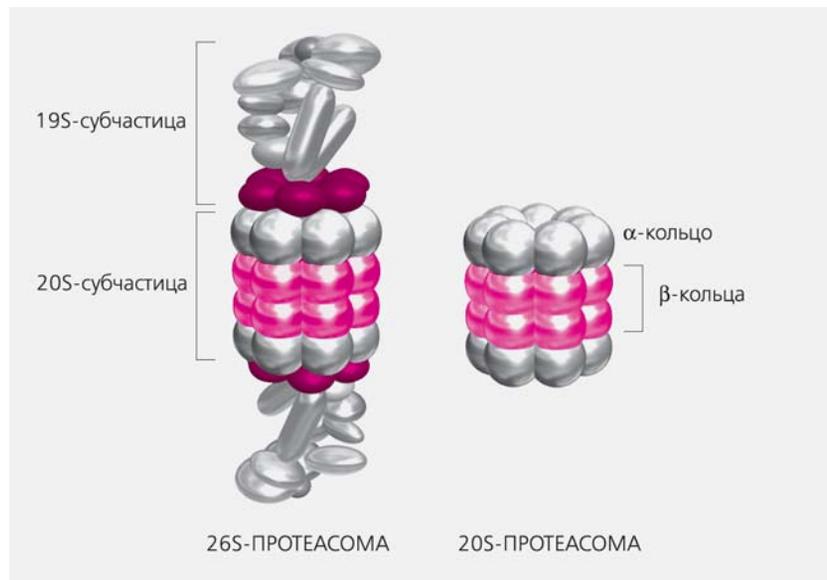


Схема строения протеасом.

ются с ними, отщепляют убиквитиновую цепочку, расплетают белковый субстрат и проталкивают его в протеолитическую камеру за счет энергии, освобождаемой при гидролизе АТФ (этот процесс осуществляется шестью субъединицами того же 19S-комплекса). Следовательно, именно весь набор 26S-протеасом расщепляет маркированные убиквитином белки и контролирует многочисленные клеточные процессы, в которых эти белки участвуют [2]. Поэтому 26S-протеасомы можно назвать главными контролерами всех событий в клетке.

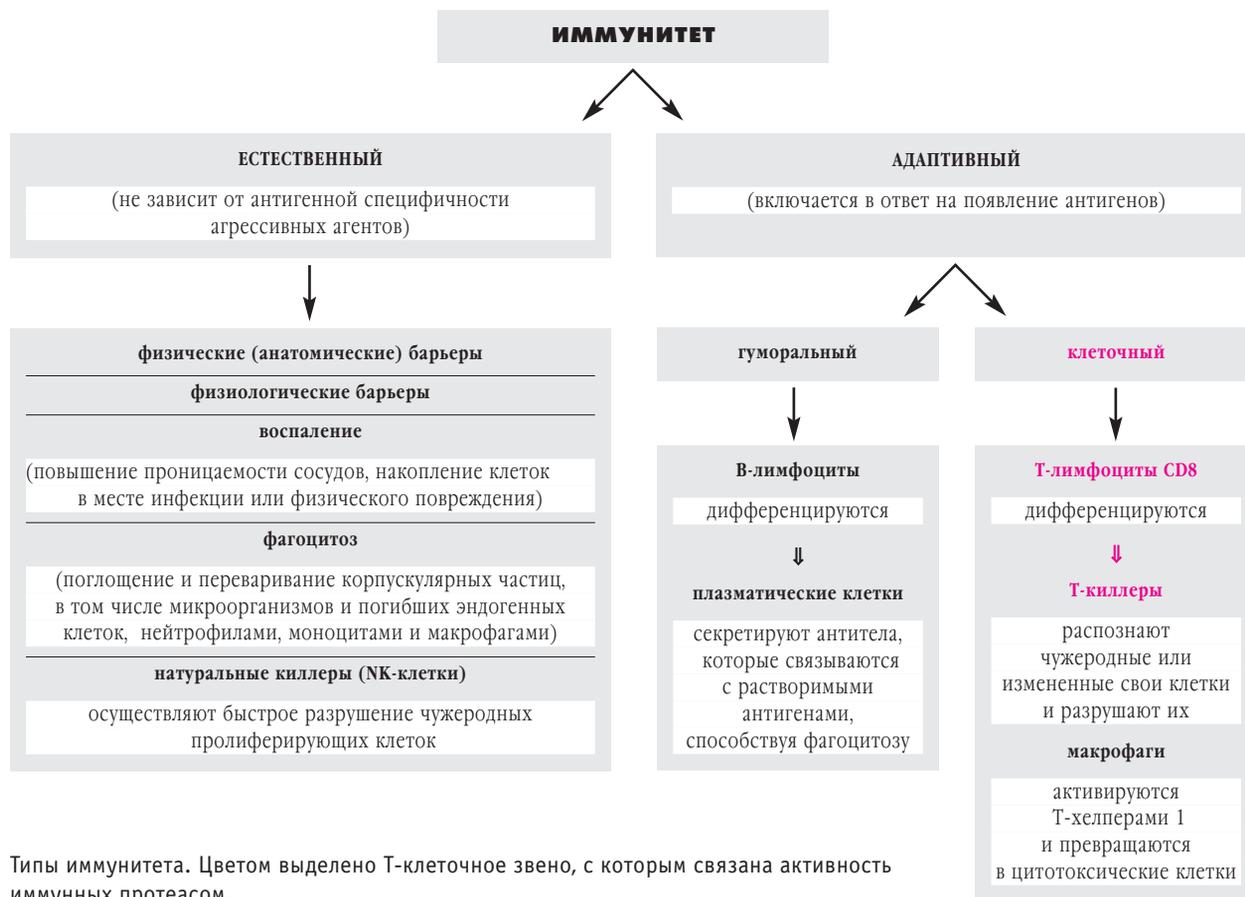
Другая форма — 20S-протеасома — не только образует резерв для формирования более сложной 26S-частицы, но и выполняет самостоятельные функции в клетке. Как показали исследования последних лет, 20S-протеасома уничтожает поврежденные окислением белки, причем для этого не требуется ни убиквитин, ни АТФ [3]. Такие белки могут «открывать» гидрофобные «пробки» 20S-протеасом своими гидрофобными участками, которые выпячиваются наружу при повреждении структуры. Выходит, у 20S-протеасом другая роль — главных мусор-

щиков в клетке, а не контролеров. В этом их основное различие, хотя рабочий механизм весьма схож — расщепление белковых молекул.

Участницы иммунных реакций

Если 26S- и 20S-протеасомы условно принять за два вида, то, по аналогии с биологическими видами, они должны состоять из популяций, только молекулярных. Так и есть на самом деле. В полном клеточном наборе каждого вида протеасом млекопитающих имеется группа конститутивных частиц и иммунных**. Их структурное отличие — в спектре протеолитически активных субъединиц. Иммунные протеасомы содержат в β -кольцах каталитические субъединицы LMP7 ($\beta 5i$), LMP2 ($\beta 1i$) и MECL1 ($\beta 2i$), тогда как в конститутивных протеасомах это X ($\beta 5$), Y ($\beta 1$) и Z ($\beta 2$). Расщеп-

** Конститутивные частицы синтезируются в обычном, нормальном состоянии клеток, а иммунные, как считалось первоначально, только в ответ на действие γ -интерферона. Впоследствии выяснилось, что оба типа частиц существуют и в норме, но их названия менять не стали.



Типы иммунитета. Цветом выделено Т-клеточное звено, с которым связана активность иммунных протеасом.

ля чужеродные белки — мутантные, опухолевые или вирусные, — иммунные протеасомы образуют из них в несколько раз больше антигенных эпитопов (т.е. олигопептидов длиной 8–10 аминокислотных остатков и с «правильным» С-концом), чем конститутивные частицы. Поставляя антигенные эпитопы, в лимфоидных (органах иммунной системы) и нелимфоидных (всех остальных) органах протеасомы выполняют разные функции [4], правда, все связанные с активностью Т-клеток иммунной системы.

Подробные, известные на сегодня, молекулярные события вряд ли увлекут неспециалиста, но в общих чертах их необходимо представить.

Образование «флажка бедствия». Если в организме появляются дефектные клетки, например зараженные вирусом, опухолевые или клетки, начав-

шие продуцировать мутантные белки, иммунная система такие клетки уничтожает. Но прежде всего она должна распознать объект своего нападения. Распознавание происходит по «флажку бедствия», который выбрасывается на поверхность клетки. Формирование «флажков» начинают иммунные протеасомы. Они расщепляют чужеродные белки в дефектной клетке любого органа и образуют из них антигенные эпитопы. Эти антигены-пептиды соединяются в цитоплазме со специальными транспортными белками (TAP1 и TAP2; Transporter Associated with Antigen Presentation — транспортер, связанный с предъявлением антигена) и переносятся в эндоплазматическую сеть. Там они взаимодействуют с молекулами главного комплекса гистосовместимости (ГКГ) класса I и выносятся вместе с ними на поверхность клет-

ки в составе трансмембранных пузырьков. Такие структуры и играют роль опознавательных «флажков бедствия». Циркулирующие с кровью и (или) лимфой клетки иммунной системы — Т-киллеры — обнаруживают с помощью рецептора и ко-рецептора «флажки бедствия» на клетках-мишенях и направляют их на путь апоптоза, т.е. по сути убивают их, недаром называются киллерами.

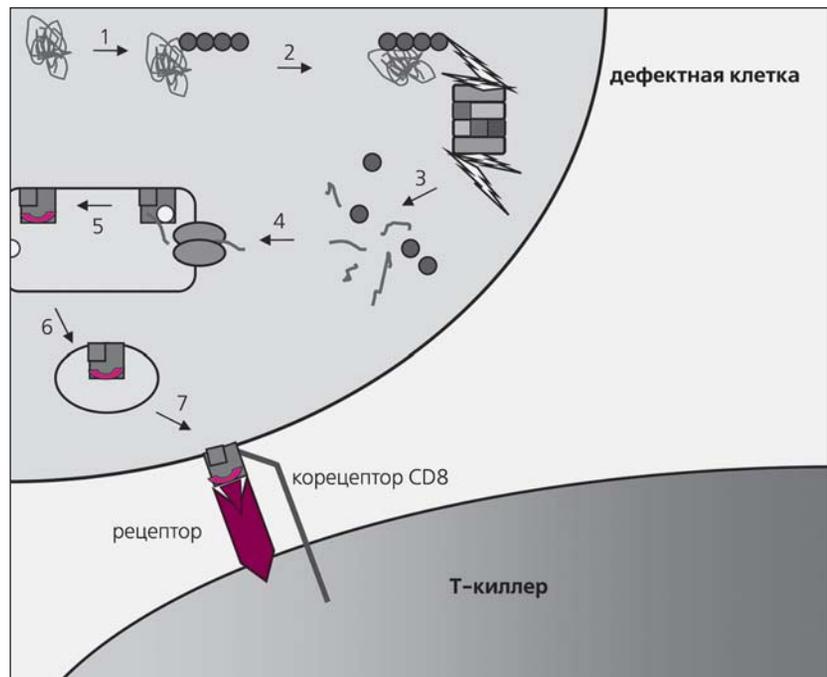
Превращение наивного T-лимфоцита в T-киллера.

Прежде чем Т-киллер станет Т-киллером, способным проявлять цитотоксическую активность, ему еще надо в него превратиться из наивного Т-лимфоцита. В этом процессе также участвуют иммунные протеасомы. Осуществляется он во вторичных лимфоидных органах иммунной системы, к числу которых относятся селезенка, лимфатические узлы, миндали-

ны, аппендикс, лимфоидная ткань слизистых оболочек и кожного эпителия. Антигены (мутантные, опухолевые или вирусные белки) выделяются дефектными клетками и поступают во вторичные лимфоидные органы с током крови и (или) лимфы. Там поглощаются клетками, представляющими антиген, путем эндоцитоза, а из эндоцитозных пузырьков выбрасываются в цитоплазму. Здесь антигенные белки подвергаются расщеплению иммунными протеасомами на пептиды разной длины, и некоторые из них становятся антигенными эпитопами. На поверхность клетки они попадают в комплексе все с теми же молекулами ГКГ класса I, как и в случае дефектных клеток, подлежащих уничтожению. Однако дальше события развиваются иначе. Клетки, предъявляющие антиген, не запускают сигнал на собственное уничтожение, а активируют наивные Т-лимфоциты, несущие корецептор CD8. Связавшись одновременно с молекулами главного комплекса гистосовместимости и антигенным эпитопом, наивные клетки делятся и образуют клоны дифференцированных, зрелых Т-киллеров. Активация Т-лимфоцитов происходит и за счет других межклеточных взаимодействий, но здесь мы не будем их описывать.

Существовало мнение, что любая зараженная клетка может активировать наивные Т-лимфоциты, поскольку она уже содержит необходимые для этого антигенные эпитопы. Однако впоследствии оказалось, что для полноценной активации необходимо, чтобы еще один корецептор наивного Т-лимфоцита, CD28, провзаимодействовал с молекулой CD80, имеющейся только в клетках, предъявляющих антиген.

Нелишне отметить, что, как правило, антигенные эпитопы образуются из чужеродных белков за счет расщепления 26S-протеасомами, которые работают, будучи связанными с



Предъявление антигенных эпитопов Т-киллерам. 1 — присоединение убиквитина к мутантному, опухолевому или вирусному белку; 2 — распознавание меченного убиквитином белка иммунной протеасомой; 3 — расщепление этого белка с образованием антигенного эпитопа; 4 — перемещение антигенного эпитопа транспортными белками TAP1 и TAP2 в эндоплазматическую сеть; 5 — связывание антигенного эпитопа с молекулами главного комплекса гистосовместимости (ГКГ) класса I; 6, 7 — транспортировка комплекса молекул ГКГ и антигенного эпитопа на поверхность клетки и последующее его связывание с рецептором и корецептором Т-киллера.

цепочкой убиквитина и при наличии АТФ. Однако недавно был обнаружен другой путь, приводящий к возникновению антигенных эпитопов: с помощью 20S-протеасом, причем независимо от АТФ и убиквитина [5].

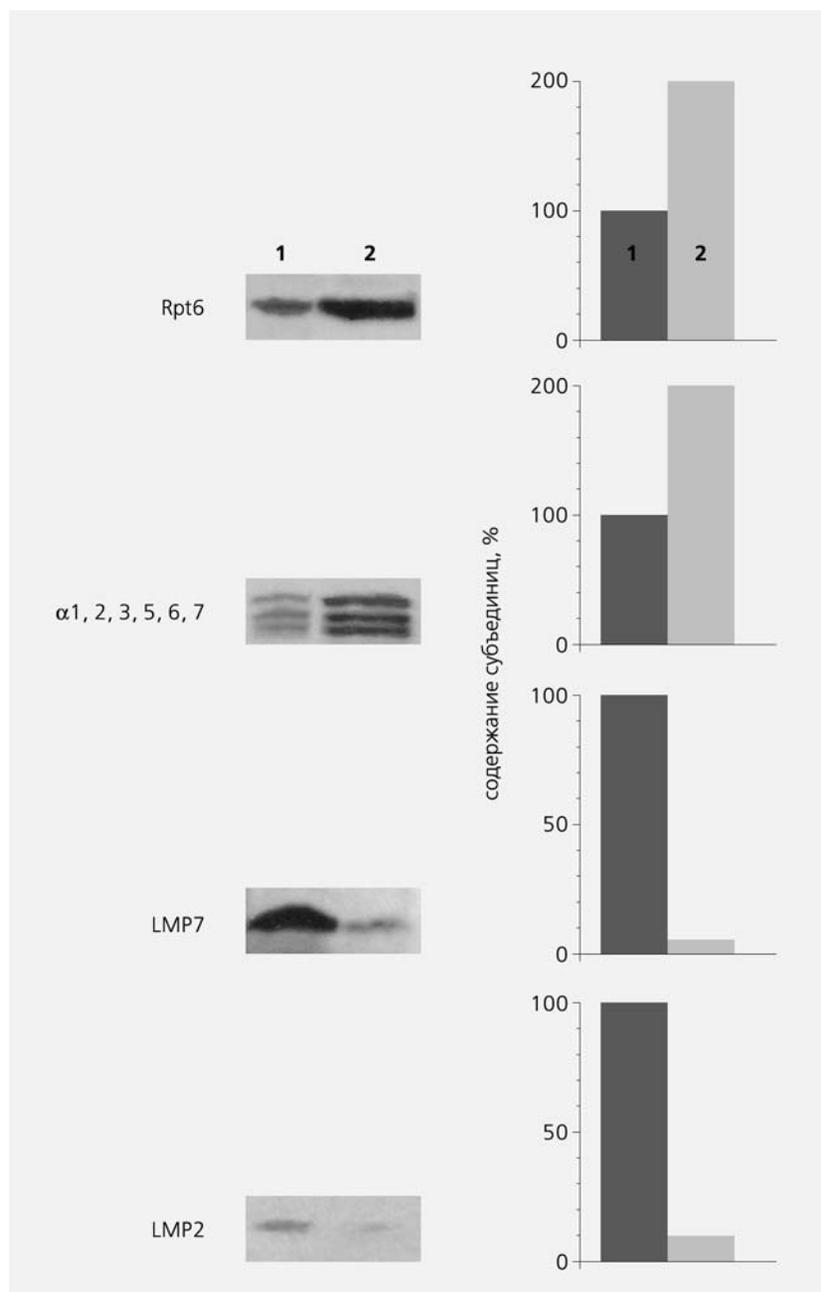
Протеасомы в опухолях

Теперь, когда показан ход молекулярных взаимодействий в иммунной системе, настала пора обратиться к сути нашей работы. А она касается исследований по содержанию 26S- и 20S-протеасом и их иммунных форм в злокачественных клетках. Сначала это была асцитная карцинома* Krebs-II, которую

* Асцитная карцинома — это раковое поражение брюшины, при котором в ней накапливается жидкость — асцит.

прививают внутрибрюшинно мышам линии Balb/C. Поскольку карцинома происходит из эпителиальной ткани, мы использовали в качестве контроля легкие (образованные в основном эпителиальными клетками) здоровых мышей. 26S- и 20S-протеасомы карциномы и легких разделяли по разработанной нами оригинальной методике [6], а количество этих протеолитических частиц определяли успешно применяемым в биохимии методом, в котором используются коммерческие антитела к различным субъединицам протеасом. В результате впервые удалось детально исследовать особенности содержания протеасом в злокачественно трансформированных клетках [6].

Оказалось, что по количеству 20S-протеасом клетки асцит-



Содержание разных субъединиц в 26S-протеосомах клеток легких (1) и асцитной карциномы (2) Krebs-II. Использовались антитела: к Rpt6 (маркеру 19S-субчастиц), к α1, 2, 3, 5, 6, 7 (субъединицам α-колец) и к LMP7, LMP2 (каталитическим субъединицам β-колец). За 100% принято количество субъединиц в клетках легких.

ной карциномы и контрольные клетки легких сходны, а кроме того, в тех и других отсутствуют иммунные субъединицы. Это неудивительно, если учесть основную функцию 20S-частиц — устранение белков с поврежденной структурой. Но вот уровень

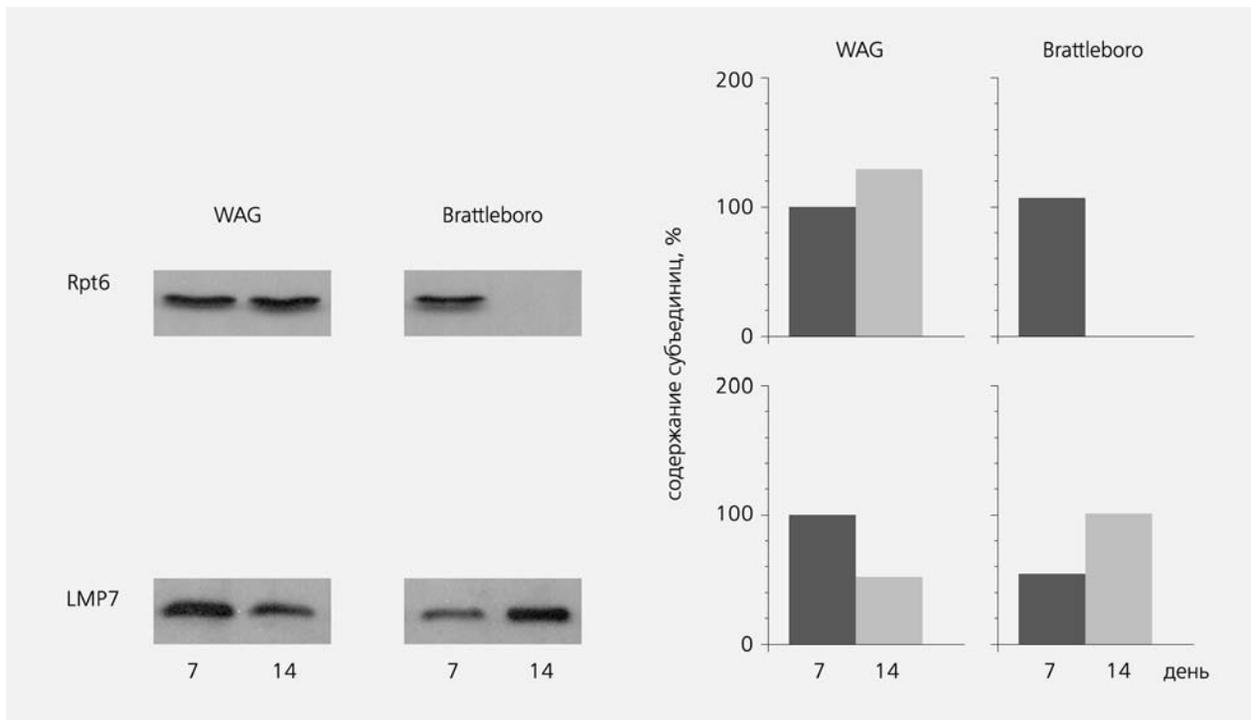
26S-протеасом (как конститутивных, так и иммунных) в опухоли и в здоровом легком сильно различается. Если конститутивных протеасом в карциноме содержится в два раза больше, чем в контроле, то иммунных в ней на порядок меньше. Повы-

шенное содержание конститутивных 26S-протеасом, очевидно, необходимо, чтобы эффективно регулировался клеточный цикл активно делящихся злокачественных клеток. Резкое же падение уровня иммунных субъединиц позволяет этим клеткам скрывать свою дефектность и уходить из-под иммунного надзора. Но в одном из вторичных лимфоидных органов — в селезенке — у мышей с привитой карциномой и у здоровых животных количество иммунных протеасом, от активности которых зависит превращение наивных Т-лимфоцитов в цитотоксические Т-киллеры, примерно одинаково. Следовательно, во вторичных органах иммунной системы у мышей с привитой опухолью могут образовываться Т-киллеры. Однако из-за отсутствия «флажков бедствия» на клетках опухоли Т-киллеры не могут обнаружить ее и уничтожить.

Итак, при развитии злокачественной опухоли количество конститутивных 26S-протеасом увеличивается, а иммунных — уменьшается. Возникает вопрос: а что происходит с этими формами при регрессии злокачественной опухоли? Логично предположить, что в этом случае должны происходить обратные изменения. Проверить это нам помог один удивительный феномен, открытый и описанный профессором нашего института Л.А.Захаровой совместно с коллегами из Института цитологии и генетики СО РАН, возглавляемыми академиком Л.Н.Ивановой. У мутантных крыс Brattleboro с дефицитом синтеза вазопрессина* устойчиво снижаются темпы роста привитой карциномы** Walker 256 по

* Вазопрессин — пептидный нейрогормон многих позвоночных животных, который сужает кровеносные сосуды и, регулируя всасывание воды в почках, управляет водно-солевым обменом.

** Карциносаркома — это вариант злокачественных новообразований, состоящий из эпителиального и соединительнотканного компонентов.



Содержание субъединиц Rpt6 и LMP7 протеасом в клетках карциномы Walker 256 на 7-й и 14-й день после трансплантации крысам WAG и Brattleboro. Использовались антитела к этим субъединицам. За 100% принято количество субъединиц в клетках опухоли у крыс WAG на 7-й день после трансплантации.

сравнению с ее развитием у физиологически нормальных крыс линии WAG. Увеличение опухоли у крыс Brattleboro выражено слабо и продолжается только в течение первых 15–18 дней, после чего она начинает уменьшаться и полностью исчезает к 30-му дню.

При повторном введении тех же опухолевых клеток крысам Brattleboro карциносаркома не возникает, что свидетельствует о прямом участии иммунной системы в обнаруженном феномене [7]. Более того, эти результаты указывают, на наш взгляд, что здесь задействовано именно Т-клеточное звено иммунной системы, успешное функционирование которого зависит от активности иммунных протеасом, в частности в клетках опухоли, как было уже сказано.

Все это давало нам серьезное основание полагать, что в карциносаркоме, привитой крысам Brattleboro, может повыситься уровень иммунных протеасом

в период, предшествующий началу ее регрессии. Кроме того, было интересно проследить, как изменяется уровень 19S-субчастиц, которые в составе 26S-протеасом регулируют жизнедеятельность любой клетки. В этой связи мы исследовали динамику содержания иммунных протеасом и 19S-субчастиц в клетках опухоли Walker 256 в разные промежутки времени после ее прививки крысам Brattleboro. Для сравнения провели аналогичное исследование в клетках той же опухоли, привитой крысам линии WAG.

По результатам анализа выяснилось, что в опухоли крыс Brattleboro динамика содержания 19S-субчастиц и иммунных протеасом различна. Так, количество субъединицы Rpt6 (маркера 19S-субчастицы) в карциносаркоме начинает уменьшаться после седьмого дня, а к 14-му дню после прививки не выявляется вовсе. Уровень иммунной субъединицы LMP7,

напротив, возрастает на 80% к 14-му дню. Такова же и динамика иммунной субъединицы LMP2.

В клетках карциносаркомы, привитой крысам WAG, динамика в период между седьмым и 14-м днем была обратной: содержание 19S-субчастиц увеличилось к 14-му дню на 30%, а уровень иммунной субъединицы LMP7 снизился на 45%. Так же уменьшилось и количество иммунной субъединицы LMP2.

Таким образом, в клетках опухоли у крыс Brattleboro в период между 7-м и 14-м днями происходит несколько важных событий, определяющих ее дальнейшую судьбу. Во-первых, исчезают 19S-субчастицы и вследствие этого нарушается регуляция многочисленных процессов, в том числе клеточного цикла. Неудивительно поэтому, что с 15–18-го дня начинается регрессия опухоли. Во-вторых, возрастает содержание иммунных субъединиц. И хотя в клет-

ках опухоли у этих крыс к 14-му дню 26S-протеасом уже нет, иммунные субъединицы входят в состав 20S-частиц [8]. По всей видимости, так же как и при гидролизе одного из вирусных белков [5], 20S-протеасомы образуют антигенные эпитопы из белков карциносаркомы, в результате чего иммунная система обнаруживает ее и уничтожает.

В клетках опухоли у крыс WAG к 14-му дню после ее прививки, как уже говорилось, конститутивных 26S-протеасом становится больше, а иммунных форм — меньше. За счет такого соотношения обеспечивается активный рост карциносаркомы и ее уход из-под иммунного

надзора. Эти данные согласуются с результатами, которые мы получили, когда изучали содержание протеасом в клетках развивающейся асцитной карциномы Krcbs-II у мышей.

* * *

Может ли исчезнуть злокачественная опухоль? — спрашивалось в начале статьи. Теперь мы знаем, что может. Из результатов нашей работы явствует, что изменения в соотношении разных форм протеасом в ту или иную сторону создают в злокачественной опухоли специфические условия, которые определяют ее дальнейшую судьбу. В опухоли Wal-

ker 256, прививаемой крысам Brattleboro, у которых нарушен синтез вазопрессина, образуется уникальная совокупность протеасом, приводящая к исчезновению карциносаркомы. Посредством каких механизмов развивается этот эффект? Почему он связан с отсутствием вазопрессина — нейрогормона, синтезируемого гипоталамусом, выделяемого в кровь гипофизом и разносимого ею по разным органам? Где искать тот «спусковой крючок», который срабатывает у крыс Brattleboro и направляет клетки карциносаркомы на путь гибели? Пока ответов на эти вопросы нет, мы будем искать их. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 06-04-48229а.

Литература

1. *Абрамова Е.Б., Карнов В.Л.* Протеасома: разрушение во имя созидания // Природа. 2003. №7. С.36—45.
2. *Goldberg A.L.* // Biochem. Soc. Trans. 2007. V.35. P.12—17.
3. *Bader N., Grune T.* // Biol. Chem. 2006. V.387. P.1351—1355.
4. *Шарова Н.П.* // Онтогенез. 2006. Т.37. №3. С.171—178.
5. *Voigt A., Salzmann U., Seifert U. et al.* // Biochem. Biophys. Res. Commun. 2007. V.355. P.549—554.
6. *Астахова Т.М., Шарова Н.П.* // Изв. РАН. Сер. биол. 2006. №3. С.275—283.
7. *Хегай И.И., Попова Н.А., Захарова Л.А., Иванова Л.Н.* // Бюл. эксп. биол. мед. 2006. Т.142. №3. С.344—346.
8. *Шарова Н.П., Мельникова В.И., Хегай И.И. и др.* // Докл. РАН. 2008. Т.419. №6. В печати.

Американские и канадские биологи, изучавшие морские гребешки, установили причину почти полного исчезновения этих моллюсков у атлантического побережья Северной Америки. Оказалось, что из-за интенсивного промысла акул в этой акватории резко увеличилась численность их традиционного пищевого объекта — скатов (прирост 8% в год!), которые в свою очередь питаются морскими гребешками.

Sciences et Avenir. 2007. №723. P.30 (Франция).

Французские археологи обнаружили недавно в 250 км

к северо-востоку от Аддис-Абебы руины трех городов (найденны развалины мечетей и множество некрополей). Предполагается, что они принадлежали мусульманскому царству Шоа, о существовании которого в X—XVI вв. на территории нынешней Эфиопии свидетельствуют арабские и эфиопские средневековые тексты.

Sciences et Avenir. 2007. №723. P.21 (Франция).

Останки, считавшиеся мощами Жанны Д'Арк, — подделка. В 1867 г. на чердаке одной из парижских аптек был обнаружен сосуд с почерневшими костны-

ми фрагментами, обмотанными кусочками ткани. Надпись на крышке гласила, что все это собрано в костре Орлеанской Девы. Однако в результате проведенного недавно исследования выяснилось, что «обугленные» кости на самом деле не обожжены, а пропитаны бальзамирующим составом и скорее всего принадлежат... египетской мумии: они относятся к VI—III вв. до н.э., а полоски ткани сделаны из египетского льна. Кроме того, в сосуде обнаружена пыльца сосны, а это дерево в Нормандии в XV в. не произрастало.

Science et Vie. 2007. №1076. P.28 (Франция).

Биогеохимические системы и рудообразование

М.М.Константинов, А.А.Сидоров

В 1929 г. друзья и соратники московского профессора Я.В.Самойлова издали сборник его статей под общим названием «Биолиты». Так было положено начало новому научному направлению, исследовавшему роль биосистем в формировании земной коры. Наша задача более локальна, но в то же время и более сложна — показать значение биогенного фактора в концентрировании металлов в масштабах рудных месторождений.

Руда как скопление минералов, рентабельное для промышленного освоения, обычно включает концентрации металлов, значительно превышающие их рассеянные (фоновые, или кларковые) содержания в земной коре.

Л.Н.Овчинников (1988) провел специализированный анализ этой проблемы для основной группы металлов, характеризующих рудные месторождения. По его данным, концентрации Mn в 50 раз превышают его средние содержания в земной коре (0.10%); Cu — в 43 раза ($4.7 \cdot 10^{-3}$); Pb — в 188 раз ($1.6 \cdot 10^{-3}$); Mo — в 46 раз ($1.1 \cdot 10^{-6}$); Ag — в 288 раз ($7.0 \cdot 10^{-6}$); Au — в 285 раз ($4.3 \cdot 10^{-7}$); Pt — в 400 раз ($7.0 \cdot 10^{-7}$). Заметим, что достижение промышленных концентраций для благородных металлов требует значительно большего их концентрирования по сравнению с «фоном» — на порядок выше, чем для цветных.

© Константинов М.М., Сидоров А.А., 2008



Михаил Михайлович Константинов, доктор геолого-минералогических наук, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник Центрального научно-исследовательского института Министерства природных ресурсов России. Область научных интересов — месторождения золота и других благородных металлов. Лауреат премии им. академика В.А.Обручева. Наш постоянный автор.



Анатолий Алексеевич Сидоров, член корреспондент РАН, профессор, заслуженный деятель науки РФ, советник РАН. Круг научных интересов охватывает условия формирования рудных месторождений. Лауреат премии им. академика В.А.Обручева.

Учение о месторождениях полезных ископаемых как фундаментальная и в то же время сугубо прикладная область научных знаний на протяжении столетий всем комплексом геологических наблюдений, исследований, экспериментов, решает по существу один вопрос: в чем состоят механизмы, приводящие в конечном итоге к феноменальным концентрациям металлов в локальных участках земной коры. В этой связи различными исследователями затрагивался вопрос о роли биогенного фактора в накоплении металлов.

Тем не менее мы, видимо, впервые выполнили общий обзор этой проблемы. При этом несомненно, что ряд ценных исследований мог быть и упущен. Однако и те данные, которые нам удалось собрать и проанализировать, позволяют выдвинуть принципиально новое положение: биогеохимические процессы — необходимый глобальный фактор, определяющий стадийное концентрирование металлов в земной коре, приводящий на конечных стадиях к формированию рудных месторождений.

Первые признаки биогенеза в земной коре датируются 4—4.4 млрд лет (И.А.Резанов, 2002). Очень важны в этом плане доказательства биогенного происхождения огромных скоплений графита в Алданском районе, возраст которых определяется интервалом 3.5—4 млрд лет.

Первые несомненные признаки участия биогенных факторов в образовании рудных месторождений установлены в гигантской золото-урановой провинции Витватерсранд в Южной Африке. Р.Хатчинсон [1] опубликовал материал о наличии нитевидных выделений золота, которые образовались путем замещения древних водорослей. Этими данными также обосновывается предположение о присутствии кислорода в архее. Большинство современных исследователей предполагает, что развитие жизни определило увеличение удельного веса кислорода в атмосфере и усиление его активности в геологических процессах в целом и в рудообразовании в частности.

Железорудные формации

Принципиальное значение для рассматриваемой проблемы имеет исследование Дж.Л.Ла-Бержа [2], обосновавшее биогенное происхождение докембрийских железорудных формаций (которые общепринято называть железистыми кварцитами).

Верхний временной интервал их образования — 1800 млн лет. На всех таких месторождениях широко распространены сфероидальные кремнистые и сидеритовые (FeCO_3) выделения размером 20—30 мкм. Сфероидальные же образования диаметром 20—35 мм, выполненные желтовато-бурым (до черного) органическим веществом, установлены на многих месторождениях Канады и Австралии. В них присутствуют также тонкозернистый пирит (FeS_2) и карбонаты, частично замещающие органическое вещество. Яшмы с водорослями некоторых железорудных формаций содержат нитчатые и шаровидные образования, подобные сфероидальным формам из органического вещества в черных строматолитовых* кремнистых породах.

Органическое вещество часто замещается сидеритом и пиритом, а последние — гематитом.

Как полагает Ла-Берж, «в пользу общего (биогенного, а не коллоидного) происхождения сфероидальных образований свидетельствует нахождение их во многих районах и породах, сформировавшихся в различных гидродинамических условиях; присутствие в одном шлифе многих тысяч однородных по размеру образований; сходство размеров сфероидальных образований и известных биологических видов» [2].

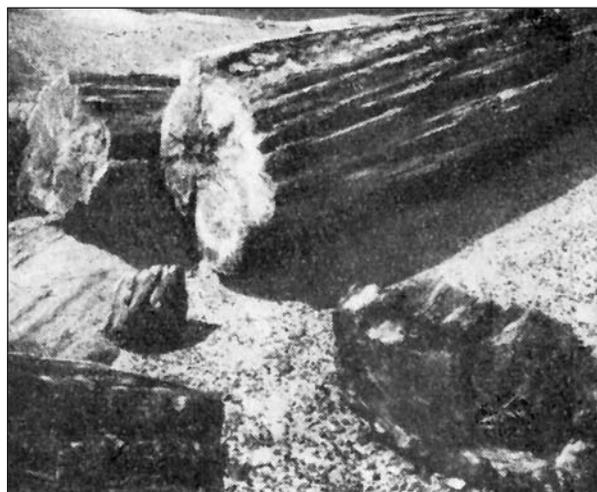
* Строматолиты — наросты на дне мелких водоемов, образованные низшими водорослями с примесью карбоната кальция.

Следует отметить постоянную повышенную «фоновую» золотоносность железистых кварцитов. В.И.Старостин и Г.А.Пельмский, специально исследовавшие эту проблему (2006), показали, что во многих участках содержание золота достигает 0.1—1.0 г/т, т.е. приближается к промышленным. Н.А.Быховер (1984) оценил общие мировые ресурсы железа в железистых кварцитах в 3 трлн т при средних содержаниях 28%. Объемы таких руд составляют около 11 трлн т. Приняв условно среднее содержание в них золота за 0.01 г/т, получим ресурсы этого металла в железистых кварцитах в 110 тыс. т, что примерно сопоставимо со всем добытым в мире золотом.

Накопление урана

Судьба концентрирования урана в связи с развитием жизни рассмотрена в работах С.Г.Неручева [3]. Он полагает, что в истории Земли периодически наблюдались кратковременные эпохи, «во время которых оживлялся рифтогенез, проявлялся интенсивный базальтовый вулканизм, накапливались богатые планктонным органическим веществом морские радиоактивные осадки с аномально повышенными концентрациями U, P, S, Fe, Mo, V, Ni, Cu, Zn, Cr, Co, Ag, Au, As, Ir, Os и редкоземельных элементов (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Yb)». В частности, он отмечает и глобальные циклы рудообразования.

Существуют и весьма эффективные «зримые» свидетельства биогенного концентрирования урана. В пермско-юрских пологозалегающих осадочных толщах плато Колорадо в Америке, представленных чередующимися песчаниками и глинистыми сланцами, обнаружены стволы деревьев, целиком замещенные минералами урана (настураном и уранинитом) и ванадия.



Окаменелые стволы деревьев, замещенные минералами урана, в породах формации Чинл (плато Колорадо, США).

Месторождения урана имеют вкрапленный характер и связаны с пластами песчаников, сформировавшихся в условиях, приближенных к континентальным. Носителями растворенного урана (а также ванадия и небольших количеств свинца и цинка) были грунтовые воды, частично подогретые за счет температурного градиента и фильтровавшиеся по захороненным русловым каналам. В палеобассейн, где отлагались песчано-глинистые толщи с большим количеством органики, уран поступал из обрамлявших его более древних plutonic и вулканических пород.

Месторождения фосфора

Убедительные данные о роли биогенного фактора в формировании месторождений фосфора приводит В.Н.Холодов. В разрезе докембрия и фанерозоя им выделяются две глобальные эпохи фосфоритообразования — вендско-кембрийская и мел-палеогеновая. В вендско-кембрийское время широкое распространение получают пластовые и пластово-линзовидные залежи фосфоритов, переслаивающиеся с карбонатными, кремнистыми и кремнисто-глинистыми породами. Для них типичны строматолитовые макротекстуры и постоянное присутствие окремнелых и органостенных микрофоссилий. Фосфатные залежи обычно ассоциируются с железомарганцевыми рудами, углеродсодержащими черными сланцами и фтанитами, содержащими повышенные количества V, U, Co, Ni, Ti, Cr, Mo, Se, Re и других металлов, а также пластовыми доломитами.

Меловое и палеогеновое время характеризуется обилием зернистых и желваковых фосфоритов. Мелкие (1–10 мм) рассеянные зерна фосфоритов, заключенные в карбонатном и глинистом материале, сопровождаются обломками фосфатизированных зубов акул, губок, раковин пелеципод и гастропод. Фосфориты ассоциируются с карбонатными отложениями, оолитовыми железняками и марганцевыми карбонатными рудами.

При поступлении фосфора с речными стоками в морские бассейны огромную роль, как отмечает Холодов, играет биота. Многие планктонные организмы, в том числе диатомеи, способны извлекать фосфор даже из силикатной взвеси. В эстуариях рек, на границе река—море, количество извлекаемого планктоном фосфора в 15 раз превышает его количество, привносимое в растворенной форме. На стадии диагенеза в верхней части полужидких илов, захороняемых на дне морских бассейнов, протекает процесс сульфат-редукции, способствующий возникновению H_2S и CO_2 , подкислению иловых растворов и растворению в них огромного количества P_2O_5 . Иловые растворы и генетически связанные с ними наддонные сероводородные воды — главные источники фосфора в процессах фосфогенеза. А окисление сероводо-

рода и подщелачивание иловых или наддонных сероводородных вод карбонатами — основная причина выпадения фосфора в осадок и образования фосфатных пеллет, зерен и конкреций [4].

В целом фосфоритообразование зависит от гармонического сочетания многих литологических факторов, проявляющихся на стадиях седиментации, диагенеза и катагенеза. Дисгармония этих факторов гасит фосфогенез.

Металлы платиновой группы

Интенсивные исследования по поискам нетрадиционных месторождений элементов платиновой группы позволили получить новые данные о стабильно повышенных концентрациях металлов в глинистых сланцах и углях. Литература по этому вопросу весьма обширна. Отметим только некоторые принципиально важные работы. Так, В.В.Середин и М.Ю.Поваренных (1995) установили минералы платины — платина самородная, изоферроплатина, куперит $[Pb, Pd, Ni]S$ и фаза 62.3% Pb, 22.6% S и 15.1% Sn — в углях Павловского месторождения в Приморье. Платиновые угли включают кластогенные (обломочные) и аутигенные (образовавшиеся на месте нахождения) минеральные ассоциации. В кластогенную ассоциацию входят кварц, ильменит, циркон и другие обломочные минералы. Аутигенная ассоциация включает мельчайшие (1–10 мкм) выделения минералов чешуйчатой, почковидной и округлой формы. Среди них барит, фосфаты и фторкарбонаты, формировавшиеся в окислительных условиях, а также сульфиды, самородные металлы и интерметаллические соединения Fe, Ni, Co, Cu, Zn, Sn, Bi, Ag, Au и Pt, образовавшиеся в восстановленной обстановке. Наиболее широко распространены в углях и ископаемой древесине фромбоидальный пирит, барит и галенит.

Как полагают эти авторы, формирование аутигенных минералов происходило в основном из хлоридно-сульфатных вод, поступающих в бассейн на стадии торфонакопления и диагенетических преобразований органического вещества. Доказательством этого служат минералы платины, обнаруженные на значительном (до 1 м) удалении от контактов пластов, куда, учитывая отсутствие деформаций, после завершения процессов углефикации минерализованные воды проникнуть не могли.

Г.Куха [5] в меденосных отложениях верхней перми в Нижней Силезии обнаружил горизонт сланцев мощностью в несколько сантиметров (иногда до 10 см), содержащий металлы группы платины и золото. Их концентрация составляет (г/т): Au — 10–3000; Pt — 10–370; Pd — 10–120 (до 1000). Кроме того, присутствуют (г/т) Bi — 100–2000, Hg — 200–1500, Ag — 2–1100, Mo — 260–4800, V — 10–5200. Куха предполагает, что

благородные металлы входили в состав металло-органических соединений, а их высвобождение в самостоятельные формы произошло при процессах автоокисления.

В протерозойских «черных сланцах» Северного Прибайкалья А.С.Ященко с коллегами (1996) выявил комплексную геохимическую аномалию Pt, Pd, Au, U, Ni, Cu и Zn. Содержание Pt составляло 0.05–0.5 г/т, Pd — 0.05–1.0 г/т.

Мы в 60 пробах глинистосланцевых толщ среднеюрского возраста Северного Кавказа обнаружили устойчивые высокие содержания Pd (0.01–1 г/т), а в линзах бурых углей и литифицированных древесных остатков установлено — 0.4–1.3 г/т, и, кроме того, Pt — 0.2–0.6 г/т и Rh — 0.03 г/т [6, 7].

Таким образом, можно достаточно определенно говорить о закономерном концентрировании платины в песчано-глинистых осадках, обогащенных органическим веществом.

Концентрирование золота

Весьма эффективные наблюдения биогенного концентрирования золота выполнили Р.А.Амосов и С.В.Васин. Они провели массовое электронно-микроскопическое изучение образцов самородного золота из руд и россыпей и установили многочисленные микрофоссилии, представляющие собой полные псевдоморфозы золота по цианобактериям, диатомовым водорослям и некоторым другим микроорганизмам. В слабо деформированных образцах из россыпи удавалось распознать зональное строение, с чередованием от периферии к центру: прерывистые полосы массивного сложения; тонковолокнистые зоны, в которых золотые трихомы вытянуты в радиальном направлении; ядра, состоящие из золотых кокков и вибрионов. Проба золота в микрофоссилиях колебалась от 650 до 750. Обнаружить биогенное

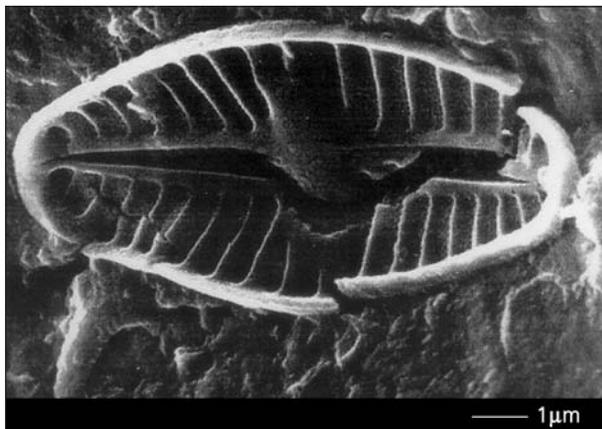
золото довольно трудно. Оно обладает высокой диффузионной подвижностью в твердом состоянии, при этом биогенные формы легко трансформируются в обычные кристаллические.

Н.Г.Куимова обобщила результаты многолетних экспериментальных исследований по аккумуляции и кристаллизации золота бактериями и микроскопическими грибами. Ею установлено, что наиболее активные биосорбенты — граммположительные бактерии рода *Bacillus*, а среди грибов — представители рода *Penicillium*. В результате биосорбции происходит восстановление ионной формы золота и дальнейшая иммобилизация его на биомассе. В процессе кристаллизации образуются пластинки и коллоидные пленки.

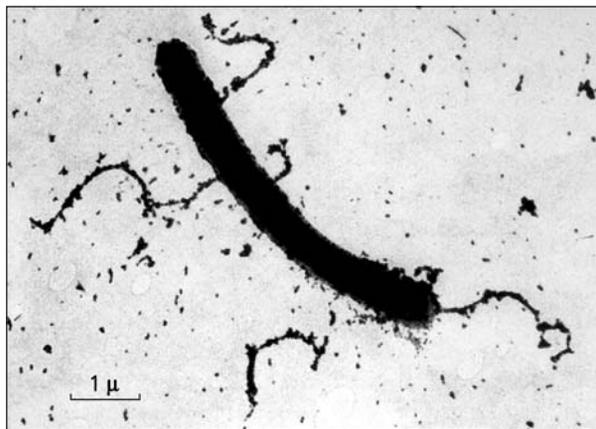
Процесс кристаллизации коллоидного золота имеет полистадийный характер. Сначала происходит биосорбция — быстрый процесс связывания металла клеточной стенкой. На этой стадии возникают координационные связи частиц коллоидного золота с функциональными группами структурных компонентов клеточной стенки. Далее — медленный процесс конденсации металла в центрах кристаллизации, в результате которого образуются ажурные, сетчатые структуры золота на поверхности мицелия. Затем — трансформация полученных золотоорганических структур и дальнейшая кристаллизация. В результате золото постепенно освобождается от биофильных элементов, образуя рыхлые губчатые биогенные агрегаты [8].

Устойчивая ассоциация месторождений золота с углисто-терригенными толщами особенно четко прослеживается вдоль западной окраины американской части Тихоокеанского пояса (Аляско-Джунго на Аляске и Мазер Лоуд в Калифорнии), где развиты толщи аспидной формации.

Возможно, именно эта толща простирается к западу, на территорию Чукотки, где локализовано крупное Майское месторождение. В пределах рудного узла удалось наблюдать корреляцию зо-



Скелет диатомеи, замещенный золотом (Р.А.Амосов, 1996).



Бактерия из рода *Tetanus* с адсорбированными частицами коллоидного золота. Увел. 9000.

лота и $C_{орг}$ в рудах с низким содержанием кремнезема и полное исчезновение этой корреляции в окварцованных породах. Однако следует отметить, что сам факт корреляции золота и углерода не может служить доказательством биогенного происхождения металла.

Устойчивая связь месторождений золота с турбидитовой формацией установлена для ряда регионов, в том числе она детально изучалась нами в Южном Верхоянье, где развиты стратиформные залежи золото-кварцевых руд, и в пределах пермских терригенных толщ Колымского региона. Содержание золота в ритмичных песчано-алевролит-сланцевых толщах Южного Верхоянья в два—пять раз превышает его фоновые значения. Гидротермально-осадочная модель формирования месторождений золота предполагает поступление части металлосодержащих растворов в воды придонной части морского бассейна и биогенное концентрирование золота [6].

Ф.Д.Овчаренко с коллегами (1985) разработал гипотезу биоминерализации, из которой следует, что микроорганизмы аккумулируют коллоидное золото, поставляемое в морской бассейн гидротермальными растворами, и обогащают им реликтовые осадки. Моделирование биогеохимической системы организм—металл и процессов эволюции тонкодисперсного золота в осадке осуществлялось на клетках *Bacillus subtilis*, а также на споровых культурах, выделенных из природных взвесей в морской бухте с известными металлоносными осадками. Исследования показали, что живые клетки способны взаимодействовать с золотом. Они притягивают к своей поверхности и прикрепляют коллоидные частицы и их агрегаты. Впоследствии происходит растворение, перекристаллизация и формирование более крупных час-

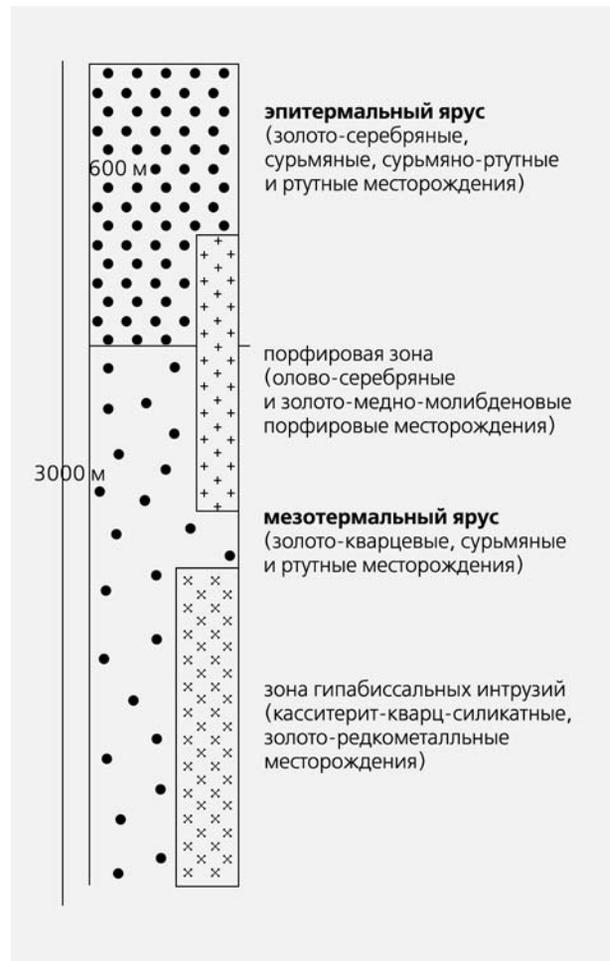
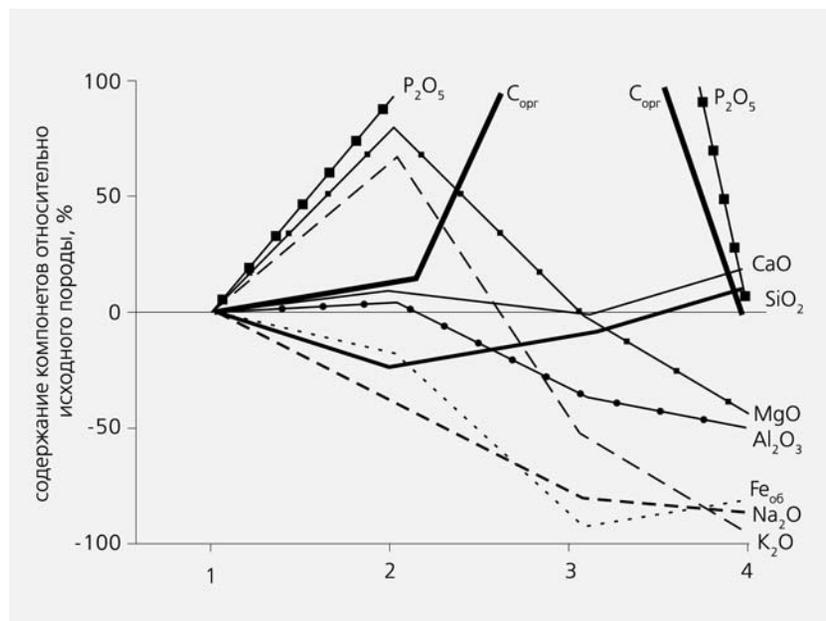


Схема ярусного оруденения в зоне сульфидизации триасовых черносланцевых толщ Майского рудного района (Чукотка).

Изменения химического состава глинистых сланцев и алевролитов в золотоносной зоне сульфидизации Майского месторождения (Чукотка). По горизонтали (в скобках даны средние содержания золота в г/т): 1 — слабо сульфидизированный алевролит (12); 2 — алевролит из зоны смятия и тонкой сульфидизации (10); 3 — глинистый сланец с гнездами углистого вещества (10—20); 4 — окварцованная и сульфидизированная порода (до 100).



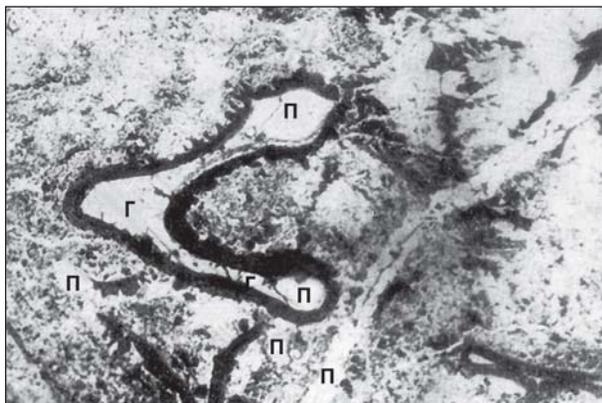
тиц. С течением времени клетка освобождается от золота. В ассоциациях клеток частицы стягиваются в места контакта и укрупняются. Для одиночных клеток более характерно увеличение размера частиц без предварительного агрегирования. При длительном контакте на поверхности клеток образуются крупные изометричные или дендритовидные кристаллы [9].

В целом выделяются два основных способа биогенного концентрирования золота: бактериальный метаболизм и замещение водорослей и других растительных остатков. Детальные исследования процессов растворения и миграции золота в почвах позволили установить, что оба эффекта биоконцентрирования задействованы в единой системе. Микробы почв поглощают около 95 вес.% золота, растворенного в форме $AuCl_4$. Происходит формирование золотосодержащих аминокислот, из которых со временем металл высвобождается и сорбируется твердыми частицами почвы [10].

Полиметаллические руды

Биогенное концентрирование меди, свинца и цинка установлено многими детальными исследованиями.

Геохимическое и микробиологическое изучение образцов воды и минералов медно-порфирового месторождения Моренси в Аризоне (США) показало, что окисляющие железо бактерии (*thiobacilli*) и сульфатредуцирующие бактерии участвуют в выщелачивании и отчасти обогащении медью зоны гипергенеза [11]. Полоса выщелачивания с содержанием Cu и S по 0.06% имеет ширину 200 м, а перекрываемая ею полоса обогащения (0.42% Cu и 0.39% S) — 180 м. Образцы из зоны выветривания содержат большое количество *thiobacilli*, которые интенсивно размножаются в период дождей. Их популяция (при нормальном рН) достигает более $>10^7$ бактерий на квадратный



Центральная часть микроспоры выполнена галенитом (Г) и пиритом (П). Увел. 110. Волгинское месторождение (Подмосковная котловина).

миллиметр. В засушливые периоды популяция резко уменьшается. При этом сульфиды растворяются и переходят в сульфаты (халькантит). На участке площадью около 1.5 км² производится несколько килограмм бактерий, способных ежегодно выщелачивать от 0.14 до 0.87 т меди.

Биогенное концентрирование свинца и цинка установлено в бурогольных бассейнах Подмосковной котловины, где широко развиты галенит и сфалерит (PbS и ZnS). Так, на Волгинском угольном месторождении встречаются мельчайшие рассеянные вкрапленности и тончайшие пластинки галенита, а также агрегаты более крупных кристаллов в центральных частях округлых пиритовых стяжений и в пиритизированных стволах растений. В последнем случае отмечается и сфалерит, содержащий более 1% железа и около 0.1% кадмия. Галенит, как и пирит, выполняет ядра клетчатки, а сфалерит, как правило, замещает вещество, обволакивающее эти ядра. Нередко галенит наблюдается и внутри микроспор. Встречаются тончайшие мелкие прожилки галенита и сфалерита, секущие более ранние их выделения. Наличие таких прожилков, по нашему мнению, свидетельствует о более поздней перегруппировке вещества пиритовых конкреций.

Цветные металлы

Максимальные концентрации олова, молибдена и вольфрама в углях, горючих сланцах и углеродисто-кремнистых образованиях в сотни и тысячи раз превышают кларковые. При этом отмечаются следующие закономерности [12]:

- максимальные содержания нередко приурочены не к залежам углей, а к песчано-глинистым отложениям угленосных формаций, обогащенных органическим веществом;
- наиболее высокие концентрации элементов обычно наблюдаются в слабометаморфизованных бурых углях;
- молибден обнаруживает устойчивую геохимическую ассоциацию с ванадием, а вольфрам — с золотом;
- выделяется венд-кембрийская эпоха образования углеродисто-кремнисто-сланцевых формаций, перспективных на выявление молибден-ванадиевых и вольфрамовых месторождений.

В подтверждение своего положения о существовании глобальной эпохи биогенной концентрации молибдена в раннем палеозое В.К.Денисенко с соавторами указывают на то, что в Западной Европе широко развиты нижнепалеозойские (V — E и O — S) ванадиеносные черные сланцы и фтаниты с повышенными концентрациями молибдена. В этих отложениях в северо-восточной части Верхнесилезского угольного бассейна Польши в последние годы выявлено молибденное оруденение стратиформного типа.

Молибденоносные сланцы развиты в геосинклинальных отложениях среднеордовикско-раннесилурийского возраста, слагающих складчатый фундамент мезозойского платформенного чехла. В металлогеническом отношении данный район характеризуется проявлением разнотипной минерализации (пиритово-медной, молибденовой и медно-молибденовой порфировой, свинцово-цинковой и др.). При этом молибденовая минерализация развивается как в метаморфических сланцах, так и в прорывающих их гранитоидных порфириновых интрузивах.

Молибденовое оруденение преимущественно локализовано в пачке черных кремнисто-илистых пелитовых сланцев мощностью в несколько сотен метров. В пределах этой пачки выделяются продуктивные горизонты с содержанием молибдена до 0.19% и меди до 0.6%. В отдельных случаях фиксируются также цинк (до 0.05%), свинец (до 0.04%), вольфрам (до 0.1% WO₃). Молибденит (MoS₂) в виде рассеянной вкрапленности с размерами зерен от ультрамикроскопических до 0.4 мм встречается по всей толще пелитовых сланцев. Он часто присутствует и в секущих кварц-карбонатных и кварц-полевошпатовых прожилках.

В гидротермальных измененных породах содержания молибдена и меди резко уменьшаются, вплоть до почти полного их отсутствия.

Близкая геологическая ситуация проявления стратиформной молибденовой и сопутствующей минерализации наблюдается в штатах Иллинойс и Индиана (США), где в черных сланцах карбонатового возраста установлены повышенные содержания Мо (0.1%), Zn (0.9%), Pb (0.03%), Se (0.02%), Cu (0.4%), Ni (0.04%), W (0.06%) и др. Максимальные концентрации молибдена (до 0.25%) и ванадия (до 1.0%) отмечаются в органогенном материале.

Однако наибольшее практическое значение имеют концентрации молибдена в Южном Китае, где в раннекембрийских черносланцевых толщах выявлен ряд объектов, на которых осуществляется промышленная отработка комплексных руд, содержащих Мо, Pd, Ni и ряд других компонентов. Средние содержания металлов в концентрате (в %): Мо — 4, Ni — 4, Zn — 2; (в г/т): Au — 0.7; Ag — 50; Pt — 0.3; Pd — 9.4; Ir — 0.03. Оруденение приурочено к нижнекембрийской флишоидной черносланцевой толще чехла Южно-Китайской платформы, которая фиксирует протерозой-кембрийское несогласие [13], а также к базальным горизонтам, перекрывающим погребенную рифтогенную структуру. Рудовмещающие толщи прослежены в целом на 2000 м. Однако в их пределах минерализация локализована в горизонте мощностью около 10 м. Он представлен чередованием слоев, обогащенных сульфидами фосфатных черных сланцев, углеродистых аргиллитов и мелкозернистых песчаников.

Месторождения ртути

Как отмечает Н.А.Озерова с коллегами, ртутные (впоследствии было доказано, что они комплексные золото-ртутные) месторождения Калифорнии характеризуются тесной ассоциацией ртути с жидкими, твердыми и газообразными битумами, нефтью и углеводородами из семейства асфальтидов. На одном из месторождений установлены жильные образования, состоящие из сферических скорлупок опала, заполненных нефтью с газовыми пузырьками, внутри которых отмечается киноварь (HgS). На юго-восточном продолжении ртутного пояса Калифорнии в природном газе и нефтях выявлена самородная ртуть [14].

Детально изучив современные термальные источники Камчатки, Озерова с соавторами установила отложение киновари на водорослевых скоплениях. Так, в грифоне Апанельских источников киноварь образуется на колониях водорослей. Значения $\delta^{34}\text{S}$ в киновари — -9.6‰, тогда как в сульфате термальных вод — +11.7‰. Разница в 20‰ между составом сульфатной и сульфидной серы соответствует разделению изотопов серы при бактериальном восстановлении сульфата. Грифоны избилуют остатками растительности, а в самих растворах обнаружено высокое содержание органического вещества (72 мг/л).

Н.Д.Турдукеев (1981) выделяет в Южном Тянь-Шане слабоуглеродистую-карбонатную (известняково-доломитовую битуминозную) формацию (D₂₋₃-C₁) с ртутным оруденением. Она представляет собой широтную, выдержанную по мощности полосу, распространенную на всем протяжении северных склонов Туркестано-Алайской горной системы. Общая мощность этих отложений достигает 2500—3000 м. В них располагается подавляющее большинство ртутных месторождений и рудопроявлений. Выделяется три стратифицированных рудоносных уровня. Типоморфные элементы формации — ртуть, селен, магний, кальций, стронций, барий, фтор. Содержание C_{орг} — 0.2—3.8%. Рудоносные горизонты образовались в достаточно восстановленных зонах морского мелководья. Геохимический фон ртути в этой формации около 30 кларков. Однако отдельные узко стратифицированные горизонты битуминозных магнезиально-карбонатных пород характеризуются аномально повышенными концентрациями ртути (0.01—0.001%).

* * *

Наряду с описанными нами элементами-«биофилами» существуют и элементы-«биофобы». К ним можно отнести олово. Как отмечает Е.Т.Бубнов (1981), в процессе миграции со стороны континента в морской бассейн оно проходит транзитом через шельфовую, богатую органическим веществом зону и сорбируется глубоководными

глинистыми осадками. Последующим плавлением и гидротермальной конвекцией этих осадков обусловлена повышенная оловоносность провинций с мощными накоплениями глинистых толщ (Якутия, Боливия и др.).

Проведенный нами по необходимости лаконичный и далеко не полный обзор позволяет высказать некоторые соображения общего порядка.

Области биогенного концентрирования металлов далеко не ограничиваются углеродистой формацией. Они включают турбидитовую формацию континентального склона, формирующуюся в надрифтовых зонах; глинисто-карбонатную формацию шельфовой зоны континентов (пассивной континентальной окраины); формацию органогенных доломитов и известняков мелководных морских бассейнов и лагун; континен-

тальные, в том числе угленосные молассы; аспидные сланцы троговых прогибов.

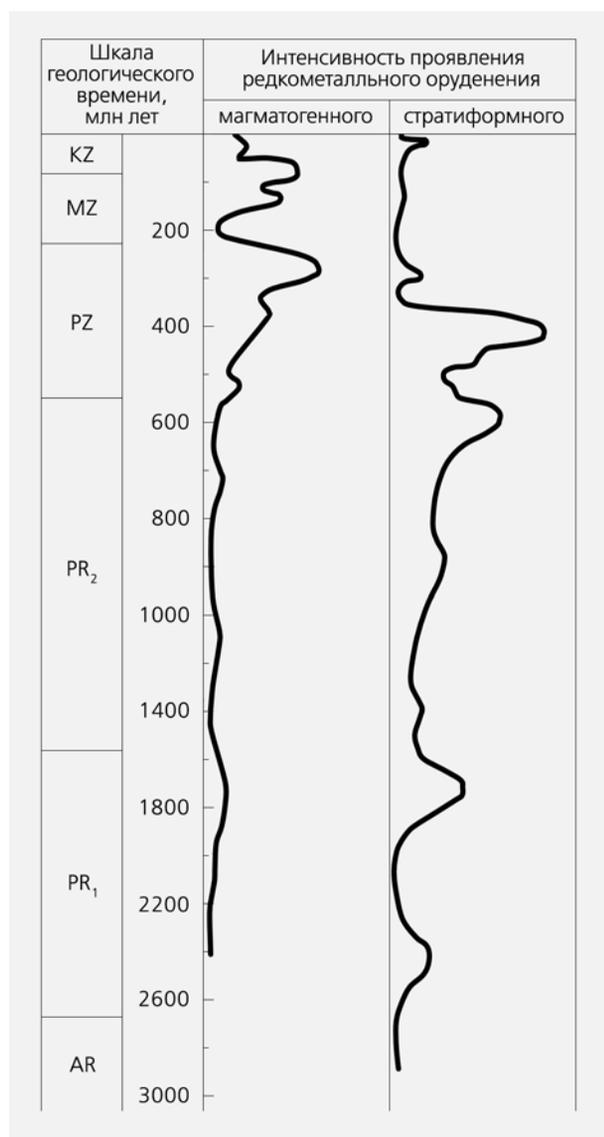
Агентами концентрирования металлов служат бактериальные сообщества, водорослевые скопления и генерируемые ими гуминовые кислоты, древесные и другие растительные остатки, кремнистые организмы, биогермы, битумы и асфальтиты. Дж.Левенталь [15] обобщает участие органического вещества в концентрировании металлов. Накопление металлов может происходить путем ионного обмена или хелатообразования; при восстановлении в нерастворимые формы путем окисления спиртов (гидроксильные группы) до альдегидов; при бактериальном ($T > 90^\circ\text{C}$) или небактериальном ($T > 100^\circ\text{C}$) восстановлении сульфатов до сульфидов за счет окисления органического вещества.

Время начала процессов биогенного концентрирования металлов близко к оценкам возраста Земли.

Все новые исследования подтверждают справедливость высказывания В.И.Вернадского о том, что «в данных современной минералогии мы не имеем ни одного факта, который бы указывал на изменение в составе атмосферы в ее современном состоянии, поэтому мы можем считать, что в пределах геологических эпох состав воздуха был в общих чертах тем, каким мы его наблюдаем ныне».

На фоне общей «космической» длительности рудоконцентрирования несомненна его цикличность, отмечаемая многими исследователями. Особенно интересно, что за глобальными циклами развития жизни и синхронного рудообразования следует глобальные циклы магматизма и рудообразования. Один из наиболее крупных циклов развития жизни связан с ранним палеозоем, а глобальный цикл магматизма — с поздним палеозоем (C_3-P_1). Второй подобный цикл намечается в мезозое. В триасовое время образуются многие крупнообъемные месторождения свинцово-цинковых и благороднометаллических руд, связанных с биогеохимическими процессами, а в позднем мезозое (J_3-K_2) — гидротермальные месторождения. Взаимосвязь циклов стратиформного рудообразования вольфрама и его постмагматических месторождений ярко показана В.К.Денисенко с соавторами [12]. Смена циклов развития жизни и магматизма, возможно, — одна из фундаментальных закономерностей развития Земли, понять которую можно только на основе широкого синтеза тектоники, магматизма, литологии, исторической геологии и других областей знаний.

Биогенные концентрации металлов приобретают все большее значение как непосредственные объекты промышленного освоения. В связи со стремительным ростом цены на золото и элементы платиновой группы вполне реально не только выявление новых объектов с рассеянным золотом, но и переоценка ранее неосвоенных месторождений в старых горнорудных районах. ■



Периоды проявления редкометалльного оруденения магматогенного и стратиформного типов [12].

Литература

1. *Hutchinson R.W., Viljoen R.P.* // S. Afr. Geol. 1988. V.91. №2. P.157—173.
2. *Ла-Берж Дж.Л.* О биогенном происхождении докембрийских железорудных формаций // Докембрийские железорудные формации мира. М., 1975. С.248—262.
3. *Неручев Г.Г.* Уран и жизнь в истории Земли. Л., 1982.
4. *Холодов В.Н.* // Литол. и полезн. ископ. 1997. 36. С.563—576.
5. *Кисча Н.* // Trans. Inst. Mining and Met. 1983. V.B92. P.72—79.
6. *Константинов М.М.* Золоторудные провинции мира. М., 2006.
7. *Сидоров А.А., Томсон И.Н.* О рудоносности черносланцевых толщ // Дегазация Земли: Геодинамика, геофлюиды, нефть и газ. Материалы международной конференции памяти П.Н.Кропоткина. 20—24 мая 2002 г., Москва, 2002. С.246—249.
8. *Куимова Н.Г.* Аккумуляция и кристаллизация золота микроорганизмами. Владивосток, 2004.
9. *Овчаренко Ф.Д., Ульберг З.Р., Гарбар С.В.* // Докл. АН СССР. 1985. Т.283. №3. С.711—713.
10. *Reith F., McPhail D.C.* // *Geochemica et Cosmochimica Acta*. 2006. V. 70. P.1421—1438.
11. *Stephen E.M., Knickerbocker Ch. et al.* // *Econ. Geol.* 2006. V.101. P.59—70.
12. *Денисенко В.К., Лобков В.Л., Гапошин И.Г. и др.* Стратиформные редкометалльные месторождения. М., 1986.
13. *Chen Nanshenf and Raymond M.* Ores in Metal-Rich Shale of Southern China // *US Geol. Surv. Circ.* 1989. №1037. P.7—8.
14. *Озерова Н.А., Лебедев Л.М., Виноградов В.Н. и др.* Некоторые минералого-геохимические особенности современного ртутно-сурьмяного рудообразования // Очерки геохимии отдельных элементов М., 1973. С.93.
15. *Leventhal J.S.* Roles of organic matter in ore deposits. Organic and ore deposits // *Proceed. Denver region exploration geol. soc. Symposium.* 1986. P.7—20.

Канадские ученые пришли к заключению, что наступившее потепление климата заставляет иннуитов северной части провинции Квебек вернуться от использования снегоходов к традиционному транспорту — собачьим упряжкам. Собаки прекрасно определяют состояние льда — насколько он тонок или неустойчив, а в тумане ведут хозяина в нужном направлении.

Sciences et Avenir. 2007. №727. P.39 (Франция).

Специалисты Центра прогнозирования климата при Национальном управлении США по изучению океана и атмосферы в своих еженедельных сводках отметили быстрое снижение температуры поверхностных и подповерхностных вод океана, вызванное затуханием Эль-Ниньо 2006—2007 гг. Более низкие температуры по сравнению со статистической нормой распространились на вос-

токе центрально-экваториальной области Тихого океана, что указало на переход к условиям Ла-Нинья. Обычно Ла-Нинья на протяжении весенних и летних месяцев в США оказывает несущественное воздействие на температурный режим и характер осадков на суше, однако часто сказывается на активности циклонов в Атлантическом и Тихом океанах.

Hydro International. 2007. V.11. №5. P.13 (Нидерланды).

В.К.Агарвал — индийский инженер — разработал способ разведения кремационных костров, уменьшающий на 60% эмиссию CO₂ для сожжения одного тела способом «зеленой кремации» необходимо в среднем 100 кг древесины, тогда как похоронные бюро расходуют до 450 кг из-за неэффективности традиционных способов сожжения. Сейчас Агарвал борется за официальную регистрацию своего изобретения,

рассматривая его как вклад в Киотский протокол.

В настоящее время в Индии ежегодно вырубают 50 млн деревьев для кремации около 10 млн покойников, в результате в атмосферу поступает 50 тыс. т твердого вещества и 8 млн т CO₂. www.mokshda.org

Из списка Всемирного наследия ЮНЕСКО исключен резерват сернобыков (*Oryx gazella*) в султанате Оман на Аравийском п-ове. Площадь этого резервата, созданного в 1994 г. по королевскому декрету, сокращена ныне на 90% ради нефтеразведки. В результате создавалась угроза жизни нескольким десяткам сернобыков. Это первый случай изъятия объекта из списка Всемирного природного наследия со времени принятия соответствующей конвенции в 1972 г.

Sciences et Avenir. 2007. №726. P.33 (Франция).

«Ветер, ветер — на всем Божьем свете...»

О природе кататических ветров

«Лежа в черной тьме спальни, среди шума и гула наружи, теряешь представление о времени. Забываясь, думаешь: «Кажется, скоро рассвет...» Но затем опять видишь ту же черную тьму, слышишь, как жадно несется наружи мистраль, и понимаешь, что эта тьма, этот шум и гул еще ночные, полночные...»

И.А.Репина

И.А.Бунин. «Мистраль»

Известно, что ураганом часто дают женские имена. И они, как ветренные женщины, проносятся, оставляя разрушения. Но время проходит, раны Земли затягиваются, память слабеет — и через десятилетия никто не вспомнит даже имени. Но есть другие ветра, иногда не менее разрушительные, чем ураганы. Они могут менять характер, затихать, уходить на время — но при этом всегда возвращаются. И живущие под их действием люди вырастают, уже зная их имена. «Оно» и «эльвегуст» в Норвегии, «терре-альтос» в Рио-де-Жанейро, «диабло» в Калифорнии, «сарма» на побережье Байкала, «мистраль» в западной части Средиземноморья, «бора» в Новороссийске и на побережье Адриатики, «кошава» в Сербии, «вардарец» в Македонии, «немэрэ» в Карпатах, «биза» в Швейцарии, «наши», «белат» и «шималь» на Ближнем Востоке, «сток» или «дульник» в Антарктике... За этими именами — вековое преклонение перед силами природы. Ведь мистраль — это провансальский вариант слова «маэстро», что значит «главный, руководящий», бора — это «Борей», грозный греческий бог северного ветра, а слово «диабло» в комментариях не нуждается. За разными именами скрывает-



Ирина Анатольевна Репина, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Лаборатории взаимодействия атмосферы и океана Института физики атмосферы им.А.М.Обухова РАН. Область научных интересов — экспериментальные исследования турбулентной структуры приземного слоя атмосферы и энергообмена между пограничными слоями атмосферы и моря. Участник многочисленных морских экспериментов, в том числе международных.

ся одно явление природы, один тип ветров, основные качества которого — повторяемость в определенном районе, продолжительность действия и в разной степени проявляемый суточный ход, так поэтично описанный Иваном Буниным в рассказе «Мистраль».

Схожу, спускаюсь

Но есть у этих ветров одно общее название: кататические ветра. Происходит оно от греческого слова, означающего «схожу, спускаюсь». В названии уже заключена основная природа явления. Кататические ветра могут быть сильными и слабыми, нести похолодание или потепление, дуть в течение не-

скольких суток или всего лишь нескольких часов, но главное условие их возникновения одно — наличие склона. Эти ветра возникают на подветренных склонах при переваливании воздушными потоками горных препятствий. В одних случаях они приносят повышение температуры (фены), в других — похолодание. Эти явления далеко не всегда носят катастрофический характер. Сильные кататические холодные ветра в разных регионах имеют не только разные наименования, но и различные механизмы формирования. Но все-таки, в зависимости от причин, вызывающих их усиление, в метеорологии эти ветра делят на две группы: стоковые ветра, стекающие по склону за счет силы тя-

жести; и ветра, образующиеся при сжатии потока при его взаимодействии с рельефом (бора и бороподобные ветра, ветра горных проходов). Яркий пример стоковых ветров — кататические ветра, развивающиеся на протяженных ледниковых склонах, например в Антарктике и Гренландии. Наиболее типичный пример второй группы — бора, основной причиной усиления которой является сжатие ветра при прохождении перевалов. Конечно, это деление до известной степени условно, так как в образовании, например, боры определенную роль играет и гравитационный сток.

Чтобы понять причины возникновения кататических ветров, обратимся к горно-долинной циркуляции, которая очень давно известна по географическим описаниям и метеорологическим наблюдениям. Ее суть в том, что везде, где имеется хоть какой-то уклон местности, ветер имеет характерную суточную периодичность — днем он дует вверх по склону, из долин в горы, а ночью, наоборот, вниз, от гор к долинам. Эти ветра известны во всех районах земного шара. В тропиках они наблюдаются круглогодично, а в умеренном поясе — в теплое время года при устойчивой малооблачной погоде. В классическом случае горно-долинная циркуляция настолько слаба, что забывается любым мало-мальски развитым циклоном. Основная причина ее возникновения лежит на поверхности — различие в размахе суточных колебаний температуры воздуха и, соответственно, давления над равниной и горами, что приводит к возникновению градиента давления, по разному направленного днем и ночью. Конечно, в реальной природе не все так просто — накладываются особенности рельефа, синоптических и метеорологических условий и даже наличие растительности. Но основная причина склоновых потоков все-таки разница температур и давлений на двух уровнях.

А теперь представим, что вместо горной долины внизу находится море. В холодное время года над континентом устанавливается область повышенного давления, а над теплым морем — низкого. И холодный воздух с континента начинает двигаться в сторону моря. Если на его пути встречается относительно небольшое горное препятствие и поток обладает достаточной энергией, чтобы его перевалить, то поток воздуха испытывает вертикальное сжатие и устремляется вниз. Естественно, для прохода вниз ветер ищет лазейку с наименьшей высотой, поэтому холодный воздух движется чаще всего через горные перевалы, дополнительно сжимаясь и в горизонтальной плоскости и еще более увеличивая скорость (рис.1). Критическая скорость ветра, необходимая для преодоления препятствия, тем больше, чем выше препятст-

вие и устойчивей стратификация (устойчивой в атмосфере называют температурную стратификацию, при которой нижележащие слои воздуха холоднее верхних). Поэтому бора и подобные ей ветра наблюдаются только на берегах морей, отделенных от континента невысокими хребтами. Перевалив таким образом хребет, поток приобретает большую нисходящую составляющую скорости (до 40–60 м/с). Большая скорость ветра возникает по двум причинам: во-первых, из-за большой разности плотности между еще очень теплым воздухом над морской поверхностью и холодным воздухом, который, напоподобие водопада скатываясь с хребта, приобретает значительное ускорение. Во-вторых, из-за того, что воздух, подобно жидкости, стремится течь по «пути наименьшего сопротивления», устремляясь через горные перева-



Рис.1. Бора на Средиземном море.

Фото ESA

лы. Так образуется бора (норд-ост) в Новороссийске, на крутых побережьях Адриатического моря, на берегах Байкала (сарма), на Новой Земле (до 70–80 м/с) и в других местах. Холодный, порывистый мистраль возникает в результате прорыва холодного воздуха к морю через понижение рельефа между Альпами и Пиренеями. Но все-таки самый классический комплекс условий, благоприятных для развития боры, существует в районе Новороссийска. Город расположен между горным хребтом Варада, направленным с северо-запада на юго-восток, и морем. В центральной части хребта, как раз над Новороссийском, находится Мархотский перевал, высота которого 430 м над ур.м. Склоны хребта здесь совершенно лишены растительности и круто, под углом 60° к горизонту, обрываются до уровня 200–300 м, а далее более плавно опускаются к морю. Когда над юго-востоком Европейской территории России устанавливается антициклон, а над Черным морем область низкого давления, то создается большой горизонтальный градиент давления, направленный с суши на море. Если с северо-востока к прибрежному хребту подходит холодный фронт, то холодный воздух, переваливая через хребет,

с большой скоростью устремляется через узкий перевал и падает по крутому склону, приобретая под действием силы тяжести еще большую скорость. В Новороссийске скорость ветра при боре часто достигает 40 м/с, а в отдельных случаях даже 60 м/с. Температура при боре может опуститься до –20°С. Холодный воздух, врываясь в бухту, разбрызгивает воду, которая, оседая на судах и береговых сооружениях, замерзает и покрывает их льдом. На набережной слой льда иногда достигает толщины 2–4 м. Бора наносит большой ущерб городу и порту: срывает крыши, разрушает линии связи и электропередачи, опрокидывает автомобили и железнодорожные вагоны и даже выбрасывает на берег крупные суда. К.Г.Паустовским великолепно описана трагедия, разыгравшаяся в Цемесской (Новороссийской) бухте в 1885 г., когда бора уничтожила несколько судов военного флота, несмотря на героические попытки экипажей спасти корабли. Бора может продолжаться от одного дня до недели, а потом затихает так же внезапно, как и началась. И местные жители с тревогой смотрят в сторону хребта: не появилась ли на нем характерная облачная бахрома — верный признак новой боры.

Но первенство по скорости и продолжительности кататических ветров держит Антарктида — столица стоковых ветров. При этих ветрах воздух движется по склону исключительно за счет силы тяжести. В принципе сток может существовать в любой холмистой местности в результате охлаждения нижних слоев воздуха. Обычно стоковыми ветрами называют сильные кататические ветра, развивающиеся на холодных склонах больших ледников. Поскольку Антарктида является ледовым куполом вокруг Южного полюса с высотами 2000–4500 м, над ней образуется так называемый «антарктический антициклон». В центральных областях материка холодный воздух опускается из верхних слоев атмосферы, а затем, двигаясь к окраинам Антарктиды, он скатывается до уровня моря и при этом разгоняется до ураганных скоростей на кромке ледовых полей. Возникновение стоковых ветров связано с сильным охлаждением воздуха на склонах ледниковых плато (рис.2). Значительное влияние на силу этих ветров оказывает рельеф местности, а их интенсивность и характер сильно зависят от времени года. Летом стоковые ветра ослабевают, и повторяемость их снижается, осенью начинается ночное охлаждение, прогрессирующее по мере удлинения ночи, и ветра приобретают резко выраженный суточный ход с максимальной скоростью после полудня. Зимой, в полярную ночь, ветры дуют постоянно, и суточного хода нет. Стоковые ветра входят в число основных составляющих климата ледников и соседствующих с ними районов, в частности Антарктики, Гренландии, арктических островов. Стоковый ветер с материка Антарктиды определяет существование прибарьерной полыньи, вызывает охлаждение прибрежных антарктических вод. Снег, выносимый при этом ветром в море, является одной из основных составляющих

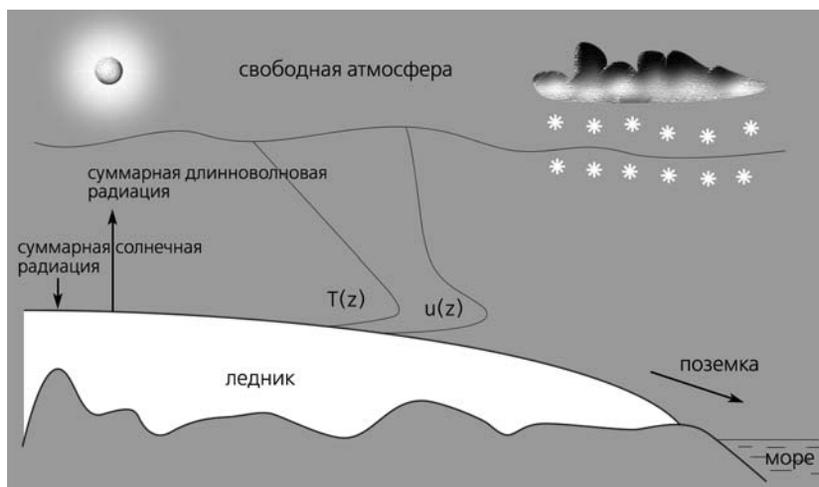


Рис.2. Структура стокового ветра. $T(z)$ и $u(z)$ — температура и скорость ветра над поверхностью до свободной от действия стокового ветра атмосферы.

снежно-ледяного баланса континента и служит основой для образования морского льда.

Попытки объяснения

Естественно, постоянно соприкасаясь с местными ветрами, человек издавна пытался объяснить их причину. Первые описания горно-долинной циркуляции дошли до нас из XVIII в., а первые попытки объяснения этого явления были сделаны уже в первой половине XIX в. В начале XX в. был накоплен значительный фактический материал по наблюдениям местных ветров в Альпах, Калифорнии, Японии, на Средиземноморском побережье и в других районах земного шара. В нашей стране в 1884 г. первым горно-долинную циркуляцию упомянул, по-видимому, А.И.Воейков. Первую стройную теорию склоновых ветров разработал немецкий ученый Я.Ганн (1879), она оставалась ведущей в течение десятилетий, хотя и вызывала многочисленные споры. Но основой всех теоретических описаний движения воздушного потока по склону при различных условиях стала работа Л.Прандтля, опубликованная на русском языке в 1951 г. [1]. Еще в конце 40-х годов А.С.Монин обобщил теорию Прандтля, но, в отличие от него, показал зависимость скорости ветра от крутизны склонов и учел влияние шероховатости поверхности [2, 3]. Примерно к тем же выводам пришел и Л.И.Гутман [4]. В совместной работе Монина и Гутмана была рассмотрена более сложная задача о температурно неоднородной поверхности склона [5].

Первые теоретические попытки объяснения боры были сделаны на Адриатике, а первое подробное описание новороссийской боры было дано в лондонской книге Черного моря, изданной в 1947 г. Причины возникновения новороссийской боры были исследованы русским геогра-

фом Ф.Ф.Врангелем [6], другое крупное исследование этого явления — работа Н.А.Коростелева [7]. В ней на основании десятилетних наблюдений на станции Новороссийск изучена изменчивость основных метеорологических характеристик во время боры, повторяемость по месяцам и ее продолжительность. Следующим важным шагом на пути исследования боры стала работа А.М.Гусева, до сих пор считающаяся классической [8]. В ней, в частности, показано, что условия образования боры существенным образом зависят, с одной стороны, от соотношения высоты горного хребта и мощности нисходящего слоя воздуха, а с другой — от величины температурных контрастов в атмосфере.

Серьезное исследование Антарктики началось только во второй половине XX в. И первые же наблюдения показали, какую серьезную роль стоковые ветры играют в климате Антарктиды. Хотя еще в 1889 г. полярник и впоследствии покоритель Северного полюса Р.Пири отметил «...ветры над “великим ледником” Гренландии неизменно приобретают радиальное направление... что я могу сравнить только с потоками воды, стекающими по склонам из внутренних районов к побережью» — вероятно, это было первое описание стокового ветра. Но первые серьезные исследования появились все-таки после начала наблюдений на основных антарктических станциях [9]. В настоящее время теория кatabатических ветров достаточно разработана [10]. Начиная с 1977 г. существует множество исследований спутниковой информации о стоковых кatabатических ветрах и боры на Адриатике и на Гавайях [11]. В последние годы это явление изучается с помощью самых современных методов и в Антарктике [12, 13]. Проводится огромное количество полевых исследований.

Но тем не менее говорить, что о природе и структуре ката-

батических ветров нам известно все, пока явно рано. Много материалов посвящено исследованию вертикальной структуры ветра. Но обычно в тех работах, где изложены положения о кatabатическом ветре, другие атмосферные характеристики не рассматриваются. И практически нет исследований, в которых рассматривалось бы взаимодействие стока с морской и покрытой льдом поверхностью. Трансформация стокового потока на разных расстояниях от склона пока изучалась только теоретически. Измерения, выходящие за рамки стандартной метеорологии, носят эпизодический характер. Совершенно не исследовано влияние стоковых ветров на атмосферную циркуляцию в средней и верхней атмосфере высоких широт. Очень скудны сведения о турбулентной структуре ветра, о его влиянии на турбулентный энергообмен атмосферы с подстилающей поверхностью. И, главное, так и не разработан аппарат для предсказаний штормовых ветров.

Погоня за борой

Некоторые из этих задач и пытались решить мы, группа экспериментаторов из Института физики атмосферы РАН им.А.М.Обухова, в организованном в 2005 г. проекте «Исследование структуры приземного слоя атмосферы под действием кatabатических ветров». Данный проект направлен на исследование турбулентной структуры кatabатических ветров и их взаимодействия с подстилающей поверхностью с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования. Анализировались вертикальные профили ветра, его структура на разных расстояниях от склона, влияние подстилающей поверхности на характер распространения ветра.

В Антарктиде сток возникает внезапно. Только стояла над ледником великая тишина —

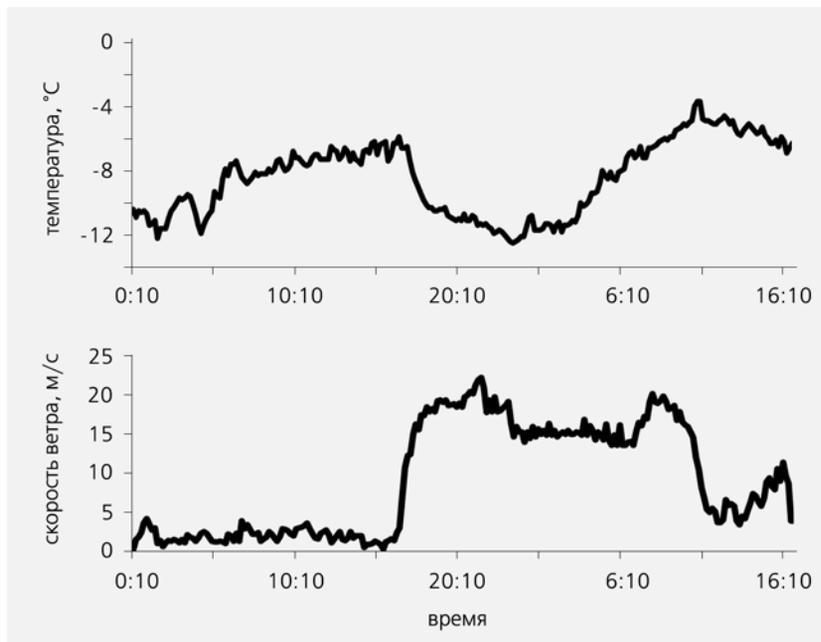


Рис.3. Суточный ход приземной температуры и скорости ветра на станции Мирный.

и вдруг побежали, засуетились по ледяной поверхности снежные змеи. И через пять минут уже невозможно выйти из помещения, а все вокруг покрывает белая мгла поземки (рис.3). На станции Мирный мы проводили измерения в двух точках — собственно на станции и на судне, находящемся в двух милях от берега. Интересной особенностью стоковых ветров является устойчивость их по направлению и крайняя неустойчивость по скорости, особенно это относится к началу стока. То же касается и температуры воздуха (рис.3). Создается впечатление, что в атмосфере возникают огромные воздушные волны, благодаря которым воздух обваливается или выплескивается из какой-то гигантской чаши. Но и на мелких, секундных масштабах, ветер живет сложной жизнью. Он будто тяжело и часто дышит. Причем с удалением от ледника это дыхание слабеет, становится ровным и гладким. При этом коэффициент турбулентного обмена в стоковом потоке очень мал, но после схождения потока

с ледника турбулентный обмен в нем усиливается. Та же периодичность и нестационарность ветра отмечалась нами и при измерении более слабого стока на станции Беллинсгаузен. Но дыхание гравитационного стока не может сравниться с резким и непредсказуемым дыханием боры.

Может показаться странным, но поймать бору в окрестностях Новороссийска нам удалось с трудом. Экспедиция выезжала в различные времена года. Мы наблюдали все особенности бризовой и горно-долинной циркуляции, работали в шторм и полный штиль, но вот классическая, сильная бора навещать нас не хотела. Видимо, те 45 дней в году, которые по статистике дует она в Новороссийске, были не нашими. Удача пришла, как всегда, неожиданно и совсем в нестандартный сезон. Сильная бора пришла в Новороссийск в июле. Мы почувствовали ее сразу, еще до появления бахромы на Мархотском хребте. Вдруг причудливо стали изгибаться профили температуры воздуха, усилились пульсации

метеопараметров. И через несколько часов — первый, резкий порыв ветра (рис.4, 5). В отличие от стока бора крайне турбулизирована. Неудивительно при этом, что при боре резко возрастает болтанка вертолетов и самолетов в береговой зоне. Удивительно при этом, что место для строительства крупного международного аэропорта на Черноморском побережье Кавказа выбрали в одной из самых продуваемых новороссийской борой долин. Но это отступление от темы. Следствием турбулизации потока является крайняя порывистость боры. За одну минуту скорость ветра может меняться в несколько раз. Будто где-то далеко, на Мархотском перевале, толпятся, ожидая своей очереди, вихри. И вдруг, собравшись в кучу, резко прорываются вниз, навстречу к морю. Нам удалось обнаружить в поле ветра самые различные структуры — и мелко-, и мезомасштабные (рис.6). Но самое интересное ждало нас при выходе в море. Одна из интересных особенностей боры заключается в том, что сила ветра быстро убывает с удалением от берега. Уже на расстоянии 10 км ветер практически не чувствуется, а о бушующей на берегу стихии напоминают только дошедшие с берега волны. Известно, что обычно поток, поступающий с суши на море, ускоряется, так как уменьшается шероховатость подстилающей поверхности. При боре все происходит совершенно иначе. Струя воздуха как бы растворяется в окружающей воздушной массе и быстро теряет свою силу. Уже в 2 милях от берега куда-то исчезают все структуры, ветер теряет порывистость, как бы выдыхается.

Погоня за сильными ветрами — увлекательное занятие. Но и полученные нами научные результаты представляют немалый интерес. Проанализированы вертикальные профили скорости и направления ветра, профили температуры, турбулентная структура ветра на раз-

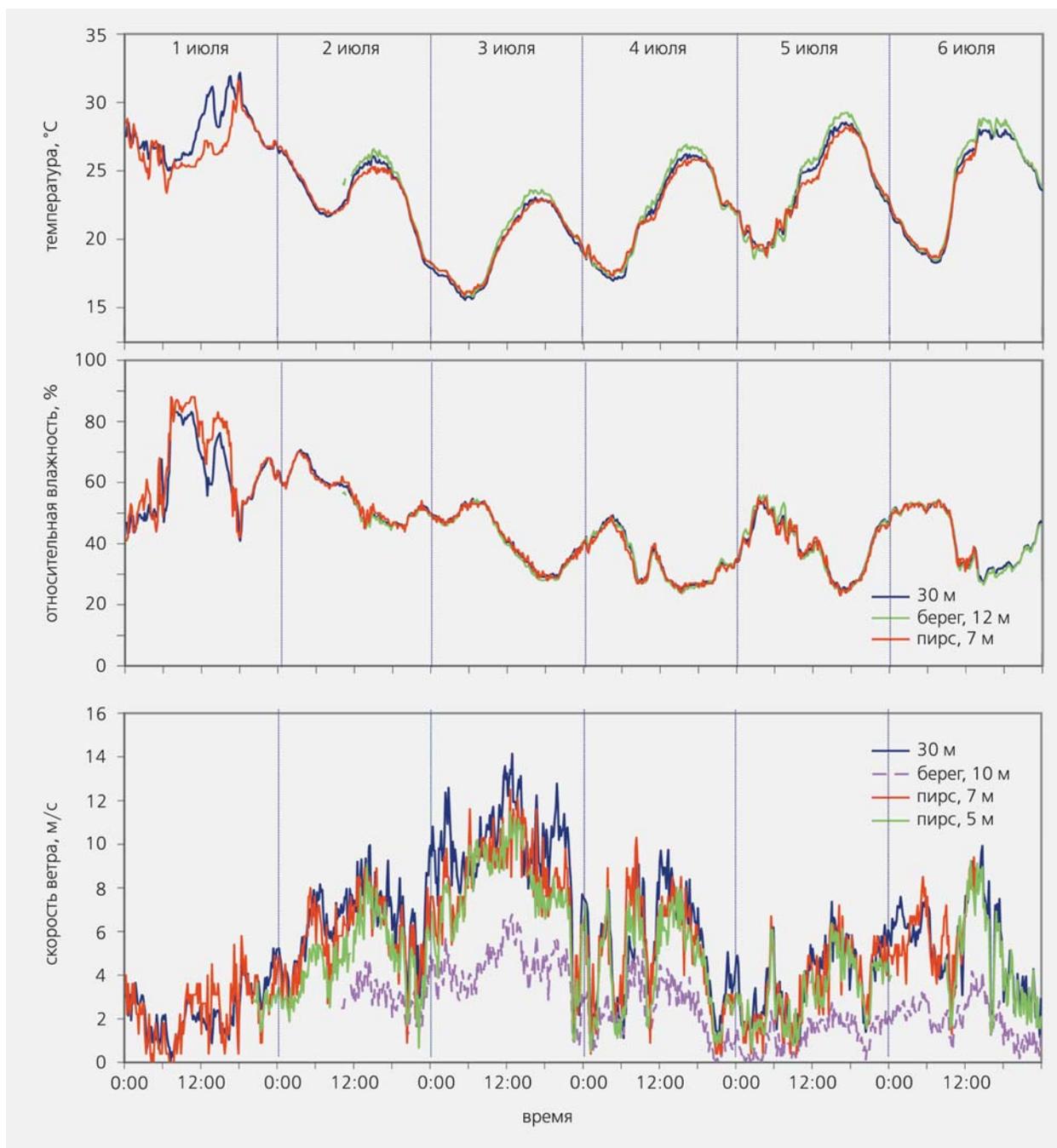


Рис.4. Температура воздуха, относительная влажность и скорость ветра во время действия северо-восточного ветра 1—6 июля на различных высотах и удалении от берега. Датчик ветра береговой метеостанции экранировался горой, поэтому показывал меньшие средние значения ветра. Видно значительное падение влажности воздуха, связанное со сгоном теплых поверхностных вод и уменьшением испарения. Наблюдается четкий суточный ход скорости ветра, связанный с суточным ходом приземной температуры.

ных расстояниях от склона и разных высотах, влияние структуры подстилающей поверхности на характер распространения ветра. Исследован характер переноса тепла и им-

пульса на различных расстояниях от склона. Также определены изменения характеристик поверхности — параметра шероховатости, коэффициента сопротивления. Мы надеемся, что

проведенные исследования позволят решить проблему предсказания ураганных ветров, особенно важную для портовых районов. А также мы даем материал для определения и уточне-

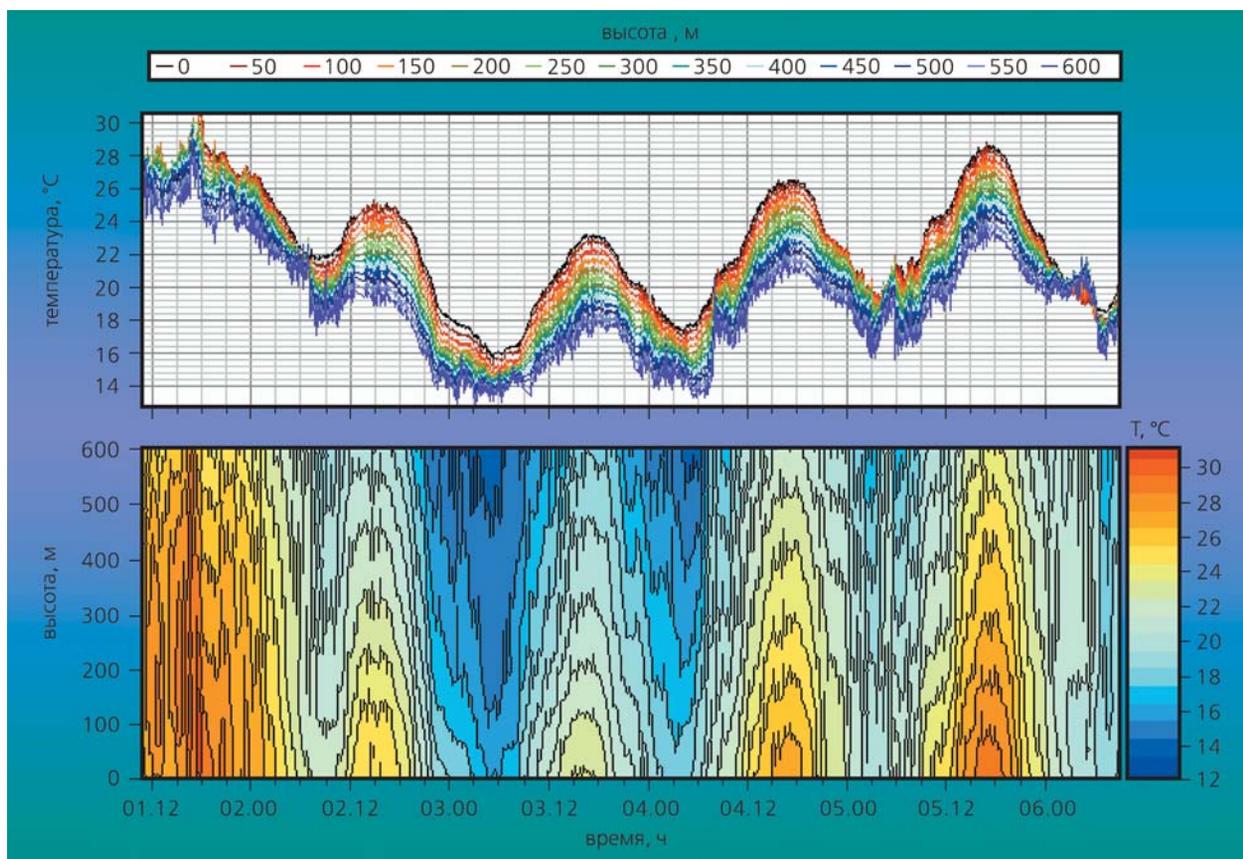


Рис.5. Суточный ход температуры воздуха на различных высотах (термограмма) с 1 по 7 июля при действии боры.

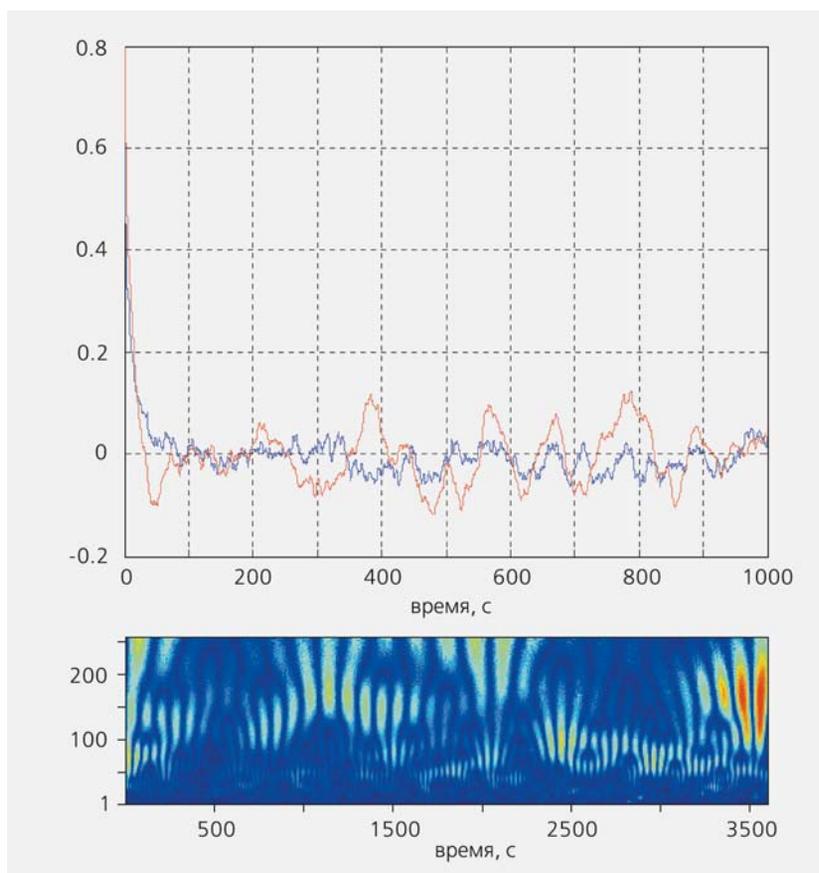


Рис.6. Автокорреляционная функция, посчитанная для двух компонент горизонтальной скорости ветра — продольной и поперечной — в период максимального развития боры (вверху). Результат вейвлет-преобразования для горизонтальной скорости ветра на высоте 5 м над ур.м. На графике видны структуры в атмосфере масштабов от десятка секунд до нескольких минут.

ния граничных условий для климатических моделей в районах с неоднородным рельефом.

* * *

К утру вой боры начал стихать. Я вышла на улицу. Воздух еще плавно двигался, а на небе

горели звезды. В 1944 г. стареющий русский писатель также вслушивался в звуки чужой провансальской ночи. «И я мысленно вижу Прованс, по которому мчится мистраль с дикой жадой сокрушения всего человеческого, временного...», и видел

в ветре «бесконечный полет в пространство тех римских времен», кажущихся ему своими собственными [15]. И это то, что остается после разложения ветра на формулы и турбулентные вихри. Ветер, ветер, на всем Божьем свете... ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 05-05-64235.

Литература

1. Прандтль Л. Гидроаэромеханика. М., 1951.
2. Монин А.С. // Тр. ЦИП. 1948. Вып.8. №35.
3. Монин А.С. // Тр. ЦИП. 1949. Вып.11.
4. Гутман Л.Н. // ДАН СССР. 1949. Т.66. №2.
5. Гутман Л.Н., Монин А.С. // Тр. ЦИП. 1950. Вып.21. №48.
6. Врангель Ф.Ф. Новороссийская бора и ее теория. Спб., 1876.
7. Коростелев Н.А. // Записки Импер. АН. 1904. Т.15. №2.
8. Новороссийская бора // Труды МГИ АН СССР. 1959. Т.ХIV / Ред. А.М.Гусев.
9. Пири Р. Северный полюс. Амундсен Р. Южный полюс. М., 1972.
10. Долганов Л.В. // Информ. бюлл. Сов. антарктич. экспедиции. 1959. №10.
11. Manins P.C., Sawford B.L. // J. Atmos. Sci. 1979. V.36. P.619—630.
12. Bromwich D.H., Carrasco J.F. // Month. Weather Rev. 1992. V.120. P.1940—1949.
13. Craig M. // Eos. 2005. V.86. №16.
14. Parish T.R., Cassino J.J. // Month. Weather Rev. 2003. №2.
15. Бунин И.А. Избранное. М., 1970. С.490.

Полученные со спутников «Landsat» в инфракрасном диапазоне топографические карты и снимки показывают, что скорость размыва арктического побережья Аляски за 50 лет более чем удвоилась: в 1955—1985 гг. она ежегодно захватывала 0.48 км², а в 1985—2005 гг. среднегодовая эрозия достигла 1.08 км². Местами береговая линия настолько отступила в глубь материка, что подошла вплотную к многочисленным озерам. В результате в море хлынули озерные воды. La Recherche. 2007. №411. P.12 (Франция).

Радость для китобоев, катастрофа — для экологов. Под предлогом промысла в научных

целях в Антарктике между декабрем 2006 г. и мартом 2007 г. были добыты 503 кита Минке (малый полосатик *Balaenoptera acutorosnrata*), из них 286 были половозрелыми, а 262 вынашивали детенышей. Японцы видят здесь признак быстрого роста популяции этих китов и выступают за восстановление коммерческого китобойного промысла. Экологи же и австралийское правительство, напротив, подчеркивают, что гибель беременных самок может привести к угасанию этого очень редкого вида. Sciences et Avenir. 2007. №727. P.39 (Франция).

Отслеживая температуру и морфоструктуру пищевари-

тельного тракта индийских питонов, исследователи наблюдали, как осуществляется быстрое обновление эпителиальной выстилки желудка и кишечника вскоре после каждого заглатывания добычи. Исчерпавшие свои ресурсы эпителиальные клетки замещаются новыми, которые готовятся для приема очередной порции пищи. Ж.-Э.Линьё (F.-H.Lignot; Университет им.Луи Пастера в Страсбурге, Франция) даже открыл новый тип клеток, специализированных на разложении костных тканей: они позволяют извлекать кальций из костей животных, ставших жертвами питона.

Science et Vie. 2007. №1077. P.22 (Франция).

Журнал

Цунами имени Агальберта

А.А.Никонов,

доктор геолого-минералогических наук

Институт физики Земли им.О.Ю.Шмидта РАН

Москва

О цунами на Балтике вряд ли кто-то слышал, даже среди океанологов, «береговиков» — геоморфологов и палеогеографов, не говоря уже о других, далеких от морских проблем специалистах. Между тем цунами на Балтике бывают, и даже не столь редко, как можно было бы думать.

Знакомство с этим явлением в бассейне можно начать с одного примечательного, но до сих пор нераспознанного, а потому неизвестного случая, происшедшего на нынешних балтийских берегах России.

Происшествие на косе

В очерках по истории Пруссии [1] меня заинтересовало повествование о трех христианских проповедниках, отправившихся тысячу лет назад, а точнее в 997 г., из Праги на дальний тогда восток — к балтийским берегам, населенным пруссами. Вряд ли потомки хоть что-нибудь узнали бы о благородных помыслах и делах отважных миссионеров, если бы не их мытарства и страдания на чужом берегу, а затем и мученическая смерть вдохновителя предприятия от рук непросвещенных аборигенов (его имя пока называть не будем). Он был причислен к лику святых, а описание его жизни составил один из миссионеров, монах Бенедикт [1]. В описании имеется эпизод, достойный внимания современного естествознания.

Однажды, когда святой отец (имярек) прогуливался по пес-

чаному берегу Балтийского моря где-то между Вислинской и Куршской косами, внезапно (как это бывает в сказках — «вдруг, откуда ни возьмись...») перед ним «выросла огромная волна, поднятая как будто каким-то морским чудовищем. И, вздыбленная, разбилась с грохотом у его ног». Миссионер побледнел, «как пугливая женщина». Да и как тут не напугаться: и море и погода сохраняли спокойствие, волна выросла «как из-под земли», и не просто выросла, но вздыбилась, разбилась у ног. Это значит, что прогуливался проповедник по открытому берегу, не под скалами, иначе волна бы его оглушила и смыла. И не вдоль кромки воды шел он, а на некотором отдалении. «Огромная» — это значит высотой никак не менее 2—3 м. Чтобы такая волна распласталась даже на отмеле берегу, нужно пространство не менее 200—300 м от кромки берега. Получается, шел проповедник по пологому берегу с широким песчаным пляжем. Такому, какой мы знаем на морской части Куршской косы — не севернее и не южнее. Волна была внезапной, мощной, впечатляющей.

Не верить святому невозможно — такого и не придумаешь нарочно. Рассчитывать найти подтверждения из других источников не приходится: пруссы, как и соседние курши, еще и в XI—XII вв. оставались неграмотными. Когда же произошел этот случай? Миссионеры отправились из Праги скорее всего по весне. Да задержались в Германии, да сплавлялись по Висле, а затем шли на судне по морю к восточному побережью

Балтики. Так что раньше конца 997 г. прибыть к берегу пруссов не могли. И, судя по рассказу, повествующему только о страданиях и дикости туземцев, а не об успехах проповедей, миссию свою завершить им пришлось быстро. Так что эпизод с волной мог относиться к осени того же года, или, что более правдоподобно, к теплому сезону 998 г. На это указывают такие детали рассказа Бенедикта, как удар веслом будущего святого одним из язычников, затем приход миссионеров на большое туземное торжище.

Косвенно судить о том, куда дошли и где остановились миссионеры, можно по расположению известных археологических памятников.

Об археологических памятниках на побережье

Большинство датированных поселений (городищ) и грунтовых могильников IX—XII вв. сосредоточено в регионе на южном берегу Куршского залива и у основания Куршской косы [2]. Среди них и крупное языческое торговое поселение Кауп, известное своим торжищем, которое миссионеры просто не могли миновать.

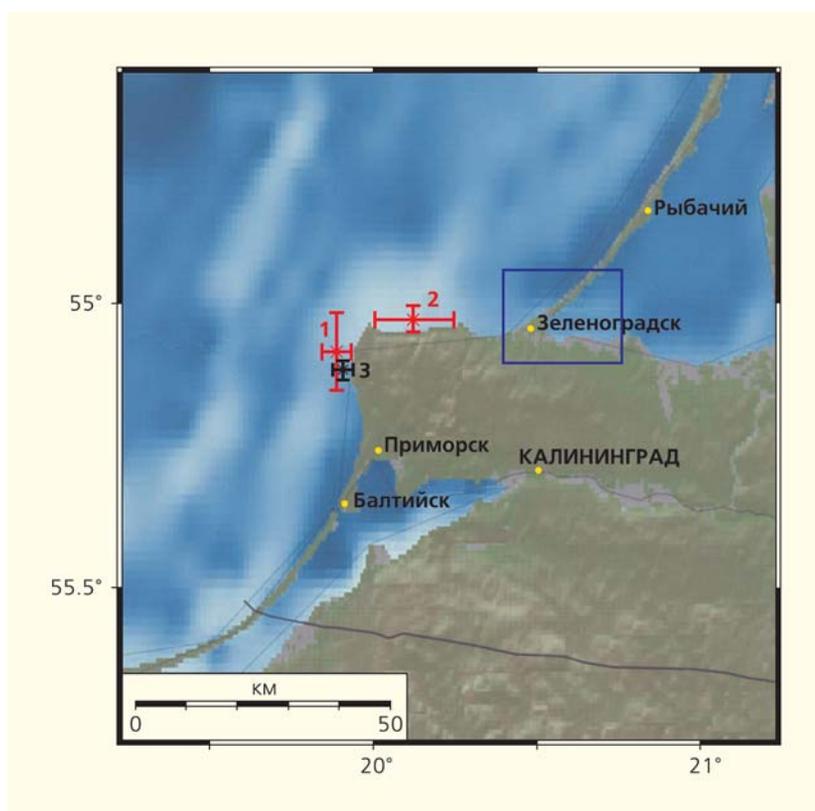
Обратим также внимание на факты естественнонаучного характера. На Куршской косе установлено повышение уровня моря в IX—X вв. [2]. А в дельтовой области р.Неман именно около 1 тыс. лет назад выделена самая последняя из голоценовых трансгрессий. Основанием для этого послужило обнаружение в северной, совсем молодой



Первая карта участка Восточной Пруссии около Кенигсберга (вверху). 1585 г.

части дельты погребенных под мощными речными наносами значительных площадей болот. Такого рода ландшафтные изменения могли возникнуть и в результате перемещения речных русел к северу после вторжения в дельту мощного цунами. В публикациях повышение уровня моря разумеется как процесс постепенный, а не мгновенный. Учет и изучение возможных экстремальных природных событий пока не вошли в арсенал исследовательских приемов и практику палеогеографических реконструкций. Да и метода датировки с точностью до десятилетий и годов еще не существует.

Анализируя время функционирования средневековых поселений и могильников в южной части Куршского залива, можно заметить некоторые любопытные перемены. Значительное



Побережья Юго-Восточной Балтики. Обсуждаемый в статье участок обозначен прямоугольником. 1, 2, 3 — эпицентральные зоны трех толчков калининградских землетрясений 21 сентября 2004 г.

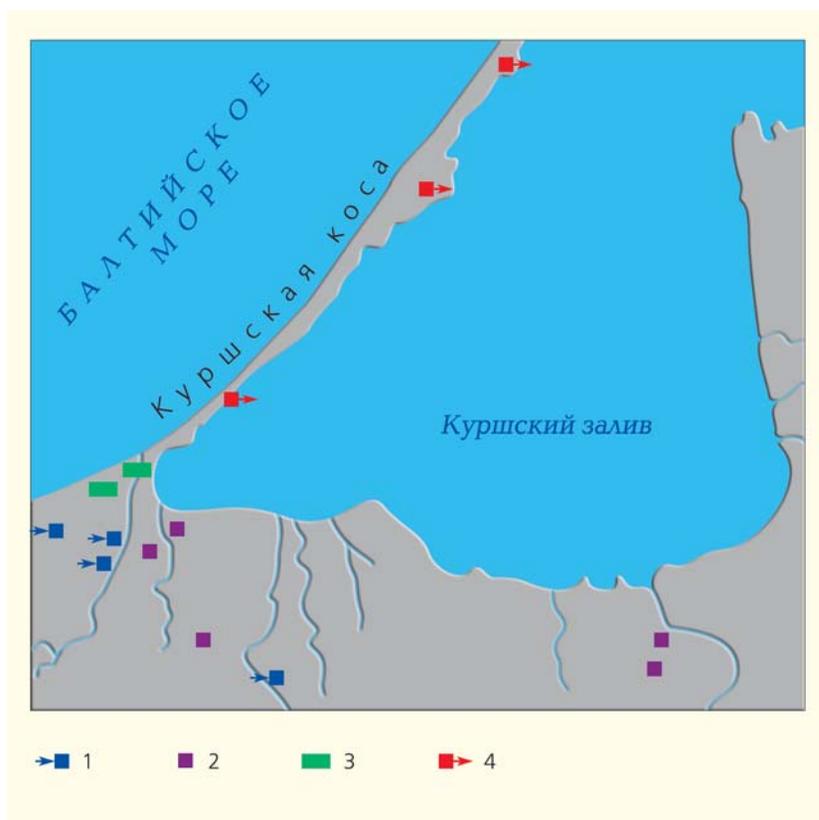


Схема местонахождения средневековых поселений и могильников в юго-восточной части Куршского залива (составлена по материалам [2]).
 1 — существовавшие до XI в., 2 — заново возникшие и перемещенные в XI—XII вв., 3 — существовавшие на протяжении VIII—IX и XII—XIV вв., 4 — существовавшие в с XII по XIV в.

число памятников существовало с VIII—IX до XI в., новые (или прежние на новых местах) возникли в XI в. и закончили существование в XII в. При этом, похоже, вторые оказались на большем удалении от береговой линии. С VIII—IX до XII—XIV вв. непрерывно существовали лишь два поселения, одно на коренном берегу западнее г. Зеленоградска, другое на внутренней стороне косы, на высоте 2—4 м над уровнем моря. Новые поселения с XII в. возникали уже только на косе. Если последний факт вполне можно связывать с вытеснением аборигенов в ходе вторжения тевтонского ордена, то перемены в XI в. скорее произошли за счет природных факторов, а именно некоего временного повышения уровня моря, которое палеогеографы

дружно принимают за трансгрессию, но которое с тем же успехом можно интерпретировать и как крупный выплеск цунами на берега.

А вот другой факт. Именно к этому времени относят образование в прикорневой, т.е. южной части Куршской косы пролива, да не одного, а трех. Естественно, в ее низменной части, где высота перемычки всего около 2 м. И сложена она здесь рыхлыми песками и торфяниками [3]. Цунами 2—3-метровой высоты просто не могло не прорвать перемычку в основании Куршской косы. А если проливы были или возникли при цунами, то воды Балтики не могли не выплеснуться мощно в Куршский залив.

На тихоокеанских берегах, где сильные цунами в последние

десятилетия тщательно и результативно изучаются, хорошо известны прорывы барьеров, заплески в лагуны, размывы одних участков и аккумуляция принесимого цунами материала на других. На Балтике же сильные цунами просто-напросто не считались возможными, хотя искать цунами здесь и нужно, и можно. А пока этого не произошло, используем другой, вполне научный метод. Метод актуализма.

Два исторических примера

В советские времена многие могли себе позволить отдых на Рижском взморье. И название курортной местности Майори было хорошо известно. Но вряд ли кому-то из десятков тысяч тогдашних и нынешних отдыхающих известен любопытный эпизод, произошедший здесь 4 августа 1912 г. [4]. Стоял замечательный летний воскресный день. Море зеркально блестяло. С суши дул легкий ветерок. Отдыхающих на пляже было немало. Внезапно многие люди в разных местах побережья услышали шум, заметили волны; приближаясь, возрастая и пенясь, они накатились с шумом на пляж и по нему распластались. Через некоторое время это повторилось. Затем снова, как ни в чем не бывало, море сделалось зеркально гладким. Тогдашние рижские газеты расценили явление как цунами, вызванное подводным землетрясением в заливе, хотя на берегу колебания не ощущались. В этот раз высота цунами оказалась небольшой, всего до полуметра, но важен сам факт.

А в 1877 г. несколько севернее (у северо-западных берегов Эстонии) произошло землетрясение, сила которого на суше не превышала 5 баллов [5]. Оно породило на море волну, и весьма порядочную. Пройдя к югу через воды Западно-Эстонского архипелага (Вяйнамери, Малое море), она по пути выбросила



Курортная местность Юрмала на берегу Рижского залива (по открытке 1890 г.), где летом 1912 г. отдыхающие испытали две волны цунами.

корабль на о.Кихну посреди Рижского залива, а затем выплеснулась в устье Даугавы, значительно подняв на время ее уровень.

И еще один пример. «1832. В ночь с 13 на 14 июля... море ворвалось в фарватер Данцига с такой силой, что прорвало шлюзы и [вода. — АН.] перемещалась взад и вперед с величайшей стремительностью, то проникая из фарватера в р.Везель (Висла), то уходя обратно. Все это [происходило. — АН.] в отсутствие ветра» [6. С.398]. Данциг (нынешний Гданьск) в Северной Польше, совсем недалеко от земли пруссов и куршей.

Так что не будем приписывать миссионерам X в. грех излишнего воображения. Цунами на восточно-балтийских берегах — явление хотя и редкое, но вполне реальное. Другое дело, что за несколько столетий сильные цунами, как и сильные землетрясения, здесь не отмечались. Но теперь они известны даже в наше время, вспомним подобные явления на воде при Калининградском землетрясении [7].

Факты геологические

О геологических следах цунами в Восточной Балтике исследователи региона пока даже не подозревают. А между тем даже из палеогеографической литературы можно кое-что «выудить». В вершине современной дельты Немана, где река, а с ней и государственная граница, резко поворачивают к юго-западу, довольно широко развиты низменные заболоченные пространства и торфяники. И вот там, в скважине над органическими, явно сухопутными отложениями обнаружен прослой тонкого песка с растительными остатками [9]. Он залегает на абсолютной высоте от -0.7 до $+0.5$ м. Как мог бассейновый песок оказаться на суше? Нет никаких оснований думать, что в болото вдруг вторглась река, наоборот, устанавливается, что еще раньше ее русло сместилось к северу [9]. Значит, вторглось море. Через проливы и прораны в косе морские воды ворвались в Куршский залив, а всколыхнувшиеся воды залива в свою очередь вторглись в раструб дельты р. Неман на восточ-

ном берегу и добрались до болота внутри дельты, где и сбросили свой песочный груз. Промчаться всего-то 6 км от моря и подняться по еле-еле возвышающейся поверхности дельты настоящему цунами ничего не стоило, коли достигало оно 2—3-метровый высоты. Радиоуглеродный анализ показал, что песок был нанесен в дельтовое болото после IX в. (после 850—876 гг.) [10], т.е. вполне вероятно, в конце X в.

Ну а что мы знаем о возможности цунами на юге Куршской косы и Куршского залива? Здесь в прибрежных отложениях до абс. высоты 1.5—2.0 м присутствуют морские и солоноводные диатомеи [11]. Некоторые авторы считают их занесенными штормовыми водами. Но вот казус: те же авторы не признают штормовым образованием высокоий, заросший травами и кустарником береговой вал (1.6—2.0 м) на южном берегу Куршского залива [12]. Между тем ничто не мешает и вал, и диатомовые в прибрежных осадках относить за счет цунами, вероятно, именно тысячелетней давности. Тогда и здесь высоту цу-



Современный вид берега у основания Куршской косы, где, должно быть, разыгралось цунами тысячелетней давности.

Фото М.Ю.Зубревой (2003 г.)

нами можно считать почти двухметровой.

И еще, на первый взгляд, вроде бы не относящиеся к теме факты активизации эолового процесса в рассматриваемом секторе Балтики на литовском и российском побережьях. Эоловые накопления изучаются на этих берегах давно. Но только недавно хорошо выделяемые стратиграфически верхние эоловые пески удалось датировать не только радиоуглеродным (^{14}C), но и методом оптически стимулированной люминесценции (OSL). На Куршской косе в их основании получены датировки <1.5 и 1.2 ± 0.8 тыс. лет назад [8], причем северный пункт расположен вблизи поныне существующего пролива на высоте от 1 м над его уровнем поверх прибрежных песков с гравием и галькой. Здесь у выхода из залива в море накопление эоловых песков началось после IX в. (^{14}C), вероятно в X в. Откуда вдруг было взяты тонким песком на гравийно-галечном берегу? Такие же эоловые пески на восточном берегу литовской части Куршского залива получили в основании горизонта датировки $<1320 \pm 130$ и $>980 \pm 90$ лет назад (OSL), $<1220 \pm 55$ лет назад и $<1580 \pm 65$ лет назад (^{14}C)

[8—11]. А на юге, на косе Вислинской, пески засыпали почвенный горизонт VIII в. [13]. Остатки лесных, погребенных эоловыми песками почв на морском берегу Куршской косы в ее южной части обнаруживали немецкие исследователи еще в начале XX в. [14]. Случайно ли? Полученные разными методами и в разных местах близкие значения возраста начальной стадии эолового накопления позволяют принять время около 1 тыс. лет назад в качестве начала последней активизации эолового процесса в регионе, но не последней трансгрессии, как считают палеогеографы. Интенсификацию эоловых процессов на обеих косах и берегах Куршского залива вовсе не обязательно связывать с климатическими изменениями или вырубкой лесов, как полагает большинство исследователей. Этому мог способствовать и «залповый» выброс подводных песчаных масс на низменные берега благодаря цунами 998 г.

В поисках причин

Цунами на переломе 1-го и 2-го тысячелетий н.э. в Юго-Восточной Балтике, как видим,

вполне возможно. Но за счет чего и откуда оно пришло?

Прогулку святого отца по берегу пруссов прервала огромная волна, и только она. Ни о каком сотрясении под ногами он не поведал. Имей оно место, даже несильное, не мог бы он не обратить внимания и на такое исключительное событие. Крупное цунами без землетрясения означает, что зародилось оно тоже от крупного, но удаленного сейсмического события. Волна разбилась у ног проповедника, а не прошла по берегу наискосок, постепенно снижая. Из этого можно заключить, что подошла она примерно перпендикулярно берегу. Мористый берег Куршской косы обращен к северо-западу. Следовательно, из этого сектора, скорее всего, и пришла волна. Если волну породил оползень где-то в Центральной Балтике, он должен был быть громадным, такого за 1000 лет не знаем. А вот землетрясения в Средние века у того же о.Готланд возникали неоднократно. Правда, не разрушительные. Но известно, что высота цунами зависит не только, а подчас и не столько, от мощности землетрясения, но от механизма его очага, длины пробега волны и морфологии подводной части берега, на который она накачивается.

На заре цивилизации могло случиться очень сильное землетрясение. Такое, какие бывают однажды в 1000—2000 лет даже на платформах. И, конечно, оставляют следы: разрушенные города, нарушения в рельефе и горных породах. Но ни с Балтики, ни из Швеции, ни из Дании сведения о землетрясениях ранее начала 2-го тысячелетия до нас не дошли. Было «ужасное» землетрясение в Саксонии в июле 998 г., но к Балтике его никаким образом «привязать» невозможно. Тупик?

Чтобы не кончить на этой ноте, позволю себе «под занавес» высказать некое умозаключение, возникшее в 2000 г.

в Швеции, еще задолго до знакомства с прусским сюжетом.

В самые последние годы 1-го тысячелетия на Балтике случилось выдающееся историческое событие. Между 995 и 999 г. внезапно погибла Бирка — столица викингов. Историки теряются в догадках о причине. Вопрос слишком серьезный и ответственный, чтобы его здесь рассматривать вплотную. Однако не могу удержаться, чтобы не приоткрыть немного занавес. В процессе знакомства с серией археологических трудов в библиотеке Стокгольмского университета я немало нового узнал о результатах многолетних

и разносторонних раскопок на городище Бирки (сама она — «рукой подать» — оказалась для меня недоступной по профессиональной бедности). В нескольких красочных фолиантах обнаружилась выразительная графика, позволяющая сделать предположение, что Бирка погибла не от вражеского войска (кто бы победил тогда викингов в их столице), не от общего пожара (нет таких следов), не от изменения водных путей (историки, археологи и палеогеографы таких свидетельств не приводят), а от сильнейшего землетрясения. А от сильнейшего землетрясения на восточном

берегу Швеции до сильного цунами на восточно-прусском берегу — только море перейти.

Об этом цунами мы бы ничего не узнали, если бы не Адальберт — мученик и жертва за попытку приобщения аборигенов Куршской земли к христианству тысячу лет назад и к тому же чешский епископ. И пусть оно носит его имя, дают же их тайфунам на океанах.

Проверить эпизод с волной на Янтарном берегу можно и нужно. И лучше до следующей, даже не слишком сильной волны. Калининградское землетрясение с небольшим цунами в 2004 г. подало сигнал к действию. ■

Литература

1. Лависс Э. Очерки по истории Пруссии. Калининград, 2006.
2. Жиндарев ЛА., Кулаков ВА. // Изв. РАН. Сер. географ. 1996. №5. С.55—66.
3. Харин Г.С., Харин С.Г. Геологическое строение Куршской косы и ее подводных склонов // Проблемы изучения и охраны Куршской косы. Калининград, 1998. С.318—329.
4. Doss B. Über einen Seebären am Rigaschen Strande // Gerlands Beitrage zur Geophysik. Bd.XII. Heft.3. Leipzig, 1913. S.135—138.
5. Никонов АА., Сильдвээ Х.Х. // Изв. АН Эст. ССР. Сер. геол. 1988. Т.37, №3. С.127—142.
6. Hoff К.Е.А. Chronik der Erdbeben und Vulcan-Ausbrüche. Erster Theil. Gotha, 1840.
7. Никонов АА. По следам Калининградского землетрясения // Природа. 2005. №3. С.47—53.
8. Bitinas A., Damušytė A., Hutt G., Jaek I., Kabaliene M. // Quaternary Science Reviews. 2001. V.20. P.767—772.
9. Кунскас Р. По поводу развития залива Куршю-Марес, дельты реки Нямунаса и прибрежных болот // История озер. Т.2. Вильнюс, 1970. С.391—412.
10. Bitinas A., Damušytė A., Stanėkatė M., Aleksa P. // Geological Quarterly. 2002. V.46. №4. P.375—389.
11. Бадюкова Е.Н., Жиндарев ЛА., Лукьянова СА., Соловьева Г.Д. // Геоморфология. 2006. №3. С.37—48.
12. Бадюкова Е.Н., Жиндарев ЛА., Лукьянова СА., Соловьева Г.Д. // Океанология. 2007. №4. С.594—604.
13. Бадюкова Е.Н., Варущенко А.Н., Соловьева Г.Д. // Океанология. 1996. Т.36. №5. С.769—773.
14. Tornquist A. Geologie von Ostpreussen. Berlin, 1910.

Швейцарский катамаран «Сан-21» («Sun-21») совершил океанское плавание общей протяженностью в 13 тыс. км без единой капли горючего, но с 60 м² солнечных панелей. Судно, отойдя 3 декабря 2006 г. от испанского побережья, пришло на о.Мартиника 2 февраля 2007 г., а затем, пройдя вдоль восточного побережья Америки, достигло 8 мая 2007 г. Нью-Йорка. Такой переход через Атлантику уникален уже тем, что впервые совершен

с использованием только солнечной энергии: солнечные батареи катамарана, выработав 2 тыс. кВт·ч, позволили идти ему со средней скоростью 5—6 узлов.

Science et Vie. 2007. №1078. P.14 (Франция).

В сентябре 2007 г. — впервые за весь 30-летний период регулярных измерений площади распространения арктических льдов по материалам спутнико-

вых снимков — их площадь не превысила 4.42 млн км², показывая тенденцию к сокращению. Известный Северо-Западный проход из Атлантического океана в Тихий по проливам Канадской Арктики почти полностью освободился ото льдов.

Предыдущий минимальный показатель — 5.32 млн км² ледовой поверхности — был зафиксирован 21 сентября 2005 г.

La Recherche. 2007. №412. P.12 (Франция).

Взрыв кометы Холмса

В.Г.Сурдин,

кандидат физико-математических наук
Москва

Научные сообщения

24 октября 2007 г. астрономы наблюдали редкое явление — взрыв кометы. Яркую вспышку продемонстрировала хорошо известная и регулярно наблюдававшаяся периодическая комета Холмса (17P/Holmes). Эта вполне рядовая, в обычное время весьма тусклая комета движется между орбитами Юпитера и Марса с периодом 6.88 лет, удаляясь от Солнца в афелии на 5.18 а.е. и приближаясь к нему в перигелии до 2.05 а.е. В очередной раз комета прошла точку перигелия 5 мая 2007 г., а 24 октября она взорвалась.

Накануне взрыва комета имела блеск около 17-й звездной величины, т.е. была доступна для наблюдения только с помощью крупного телескопа. В результате неожиданной вспышки блеск кометы менее чем за 24 ч возрос до 2.5 звездной величины, т.е. поток света от нее увеличился почти в миллион раз! Комету стало видно невооруженным глазом даже на городском, освещенном фонарями, небе. В этот момент она находилась на расстоянии 2.4 а.е. от Солнца и 1.6 а.е. от Земли.

Условия для наблюдения этого явления оказались очень благоприятными. В момент вспышки и еще несколько месяцев спустя комета Холмса медленно перемещалась по созвездию Персея, в вечерние часы высоко поднимаясь на небе Северного полушария. Появление необычайно яркой «звезды» в Персее привлекло внимание многих любителей астрономии; некоторые из них даже послали в астрономические центры сообще-

ния о вспышке новой звезды. Но уже через несколько дней вокруг ядра кометы расширилось гигантское гало, угловой диаметр которого достиг размера лунного диска (0.5°). Судя по яркости кометы до момента вспышки, диаметр ее твердого ядра составляет 3.4 км. За неделю после вспышки диаметр газовой-пылевой комы достиг 1 млн км, а к середине ноября увеличился до 1.4 млн км, т.е. превысил физический размер Солнца. В этот момент комета Холмса была самым крупным объектом Солнечной системы. Нетрудно подсчитать, что в первые дни после вспышки скорость расширения комы составляла около 1 км в секунду. Хвост кометы, обращенный прочь от Солнца и, следовательно, также и от Земли, был виден плохо: он

оказался почти полностью закрыт комой.

О причинах вспышки кометы Холмса высказываются разные мнения. Вполне возможно, что причиной взрыва стало столкновение с небольшим астероидом, поскольку в момент вспышки комета проходила через Главный пояс астероидов. Не исключено также, что взрыв был вызван испарением подповерхностных льдов. Простой расчет показывает, что наблюдавшееся увеличение яркости кометы, связанное с рассеянием солнечного света в образовавшейся коме, могло произойти при массе пылевой комы ~100 млн т. Следовательно, с поверхности ядра кометы был сорван слой толщиной ~1 м, а необходимая для этого энергия составляет ~10¹⁷ Дж (что эк-



Комета Холмса в созвездии Персея. Сама комета — это светлое пятно чуть правее центра снимка. А светлый след левее центра снимка оставил искусственный спутник Земли.



Голова кометы Холмса. Снимок получен с помощью крупного телескопа.



Голова и хвост кометы Холмса.

Фото И. Эдера

вивалентно взрыву 10-мегатонной бомбы). Если это энергия поглощенного солнечного излучения, то она вполне могла накопиться в веществе ядра за год его пребывания в районе перигелия орбиты.

Любопытно, что открытие кометы Холмса тоже произошло в результате ее мощной вспышки*. В конце XIX в. английский астроном Эдвин Холмс (Edwin Holmes) регулярно наблюдал ближайшую к нам крупную галактику — Туманность Андромеды, природа которой тогда еще не была установлена. В ходе этих наблюдений 6 ноября 1892 г. Холмс в телескоп заметил рядом с галактикой новый яркий объект, который оказался неизвестной кометой. В тот раз ее вспышка была, вероятно, несколько менее яркой, чем те-

* Историю изучения этой кометы подробнее см.: <http://en.wikipedia.org/wiki/17P/Holmes> и <http://cometography.com/pcometas/017p.html>

перь: блеск кометы достигал 4-й звездной величины. Но в следующие ночи комета уверенно наблюдалась невооруженным глазом, и размер ее комы даже немного превзошел видимый размер лунного диска. В 1892 г., как и теперь, комета Холмса продемонстрировала вспышку спустя несколько месяцев после прохождения через перигелий. За это открытие Холмс получил медаль от Тихоокеанского астрономического общества и, как видим, не зря: комета оказалась очень интересной. Ее видели в 1899 и 1906 гг., но затем потеряли, поскольку в 1908 г., проходя вблизи Юпитера, комета под влиянием его притяжения весьма заметно изменила свою орбиту. В 1963 г. известный небесный механик Б.Марсден (B.Marsden), используя старые наблюдения и только что появившийся в распоряжении астрономов быстродействующий компьютер, точно вычислил со-

временную орбиту кометы, и в 1964 г. она была вновь открыта на указанном им месте. С тех пор комета Холмса уже не терялась, но и особого интереса к себе не вызвала вплоть до новой колоссальной вспышки 2007 г.

Точное выяснение механизма вспышки представляет большой интерес, поскольку малые тела Солнечной системы — это и строительный материал для будущих космических поселений, и потенциальная угроза для Земли и межпланетных аппаратов, и хранилище первичного вещества нашей планетной системы.

По расчетам комета Холмса в следующий раз приблизится к Солнцу в марте 2014 года**. Может быть, тогда удастся открыть ее тайну? ■

** Орбиту и видимое положение кометы можно узнать в Центре малых планет (<http://cfa-www.harvard.edu/iau/Ephemerides/Comets/0017P.html>).

Современник исчезнувших континентов

О.В.Наконечная, О.Г.Корень, В.С.Сидоренко,
кандидаты биологических наук
академик Ю.Н.Журавлев
Биолого-почвенный институт ДВО РАН
Владивосток

Богата и удивительна тайга Дальнего Востока. За ее щедротами приходили, приходят и будут приходиться искатели, связавшие свою жизнь с таежным промыслом. До сих пор жители прибрежных сел р.Уссури рассказывают об осенних женшеневых рынках, куда свозились для продажи разнообразные дары леса. После запрета этих рынков китайцы продолжали промысел, но уже нелегально, и переправляли через границу не только женшень — под видом дров вывозили стебли лианы мутунг. Так именуют эту древесную лиану в Китае, у нас — кирказоном или камфорным деревом, научное же ее название — кирказон маньчжурский (*Aristolochia manshuriensis*). Это вьющееся растение с гигантскими (до 14 м длиной) стеблями, окутанными мягким пробковым покровом, крупными сердцевидными листьями и эффектными цветами, относится к одному из самых богатых видами роду кирказон (*Aristolochia*) из одноименного семейства (*Aristolochiaceae*). Около половины видов рода обладает целебными свойствами, о которых упомянуто еще в трудах античных врачей Гиппократа, Феофраста и Диоскорида. К настоящему времени установлено, что кирказон понтийский (*A.pontica*) обладает противовоспалительным действием, ломотосовидный (*A.clematitis*) —

сосудорасширяющим, а маньчжурский — антиангинальным, кардиатропным и противоаритмическим [1, 2].

Несмотря на варварские заготовки, кирказон маньчжурский до сих пор обитает на юго-западе Приморского края, однако находится на грани исчезновения и с 1978 г. внесен в Красную книгу СССР, с 1988 г. — Красную книгу РСФСР. Чтобы спасти этот ставший чрезвычайно редким эндемик Маньчжурского флористического района, необходимы срочные меры, основанные на исследованиях состояния генофонда и выявлении биологических особенностей, в частности особенностей размножения. Эти знания помогут не только со-

хранить вид, но и разобраться в его эволюции.

Происхождение

По одной из гипотез, центр происхождения рода *Aristolochia* — Ближний Восток, Средиземноморье, где в настоящее время сосредоточено большое число видов кирказона [3]. Считается, что этот род развился из древних тропических или субтропических форм и приобрел современные черты в установившемся во второй половине третичного периода климате. История средиземноморской флоры связана с геологической историей региона — моря Тетис и тех суш, которые возникали



Ареал семейства кирказоновых [9].



Кирказон маньчжурский.

Здесь и далее фото О.В.Наконечной и Ю.Н.Журавлева

на его территории во время альпийского орогенеза или находились непосредственно на берегах моря [4].

Присутствие кирказонов на территории древнего Средиземноморья подтверждено находками их ископаемых остатков в Абхазии, где был найден отпечаток листа прародительской формы — *A.africana*. Возраст находки — около 25 млн лет [5]. Это означает, что кирказоны населяли эту территорию уже в плиоцене, когда широкая морская дуга моря Тетис перестала отделять Африку и Индию от Европы и Азии (от Евразии) и южные материка — остатки Гондваны — от северных континентов [4, 6].

Существует и другое мнение — древнесредиземноморская флора сформировалась из арктической растительности времен палеогена (66–25 млн лет назад), которая к плейстоце-

ну постепенно сместилась из высоких широт к экватору под влиянием неогенового охлаждения приполярной суши [4]. Вероятно, в их числе были и виды семейства кирказоновых — уходя от надвигающихся похолоданий, они также смещались к югу. Этим объясняется, по-видимому, то, что в настоящее время большинство из них приурочено к тропикам и субтропикам, причем не только Европы, но и Азии, а также американских континентов (в Китае произрастает 45 видов, в Северной и Южной Америках — 58 видов). Некоторые ученые даже считают именно эти центры современного распространения видов рода и семейства кирказоновых центрами их происхождения [7].

И все же появились кирказоны, по-видимому, в арктической зоне, а свидетельство тому — обнаруженные в Гренландии их

ископаемые остатки, возраст которых около 66 млн лет [8]. Это означает, что в палеогене, когда материка были соединены друг с другом, кирказоны произрастали на южной части Сибирской и Европейской плит, в Гренландии и на юго-восточной части Северной Америки. Впоследствии они постепенно отступали в Южную Америку (из Гренландии и Северной Америки), в Средиземноморье (с Европейской плиты) и Азию (с Сибирской плиты). Именно там и находятся современные центры видового разнообразия семейства.

Косвенное подтверждение обсуждаемой гипотезы — современное распространение другого представителя древней арктической флоры — винограда (*Vitis*). Из примерно 60 видов этого рода два живут в Средиземноморье, 9–10 видов — в Китае и Японии, остальные —



Кирказон скрученный.

в Северной Америке (во Флориде). Кирказоны более многочисленны — по разным источникам, род состоит от 300 до 700 видов, которые обитают на всех континентах, кроме Австралии, создавая своеобразный пояс вдоль экватора. В России встречается только семь видов, из них два на Дальнем Востоке — кирказоны маньчжурский и скрученный (*A. contorta*).

Секреты размножения

Юг Приморского края — северо-восточная граница ареала кирказона маньчжурского, в основном же он распространен в Корее и на северо-востоке Китая [10]. Однако и там этот вид почти исчез из природных местообитаний — широколиственных лесов, площадь которых сократилась в результате хозяйственной деятельности.

Кирказон маньчжурский как новый вид образовался, вероятнее всего, именно на территории современного Китая. Судя по внешнему виду лианы — форме цветка и крупным мягким листьям, которые не опадают в теплые зимы, — вид сформировался в тропическом или близком к нему по температуре и влажности климате. В таких благоприятных для него условиях кирказон маньчжурский освоил большие территории, продвинувшись вплоть до 43° с.ш. Благодаря чему вид смог распространиться на столь значительную территорию?

Размножается кирказон маньчжурский семенами, при этом сталкивается с множеством трудностей. Первые цветы появляются в конце апреля, в начале июня завязываются плоды, кото-

рые созревают к первой половине октября. Хотя бутонов закладывается довольно много, только половина из них раскрывается, а завязывается плодов и того меньше — всего 2%. Столь низкий процент плодообразования связан с особенностями строения цветка, опылить который, как выяснилось, способно не всякое насекомое. Дело в том, что у крупных (до 10 см длиной) цветков изогнут околоцветник и определенным образом устроен репродуктивный аппарат — гиностемий, в котором столбик плодолистика сросся с гнездами пыльников. Для успешного опыления необходимы опылители, чьи размеры соответствуют ширине трубки околоцветника. И такими насекомыми оказались мухи из рода *Pegoplata sp.* (Anthomyiidae).

Наличие гиностемия характерно для всех других видов рода и даже семейства. Цветки у них тоже устроены одинаково — весьма своеобразная ловушка для насекомых. Отгиб околоцветника соединен с мешочком посредством прямой воронковидной, слегка или U-образно изогнутой узкой трубкой с «сигнальной» дорожкой и вздутой частью (мешочком). В верхушечной части мешочка некоторых



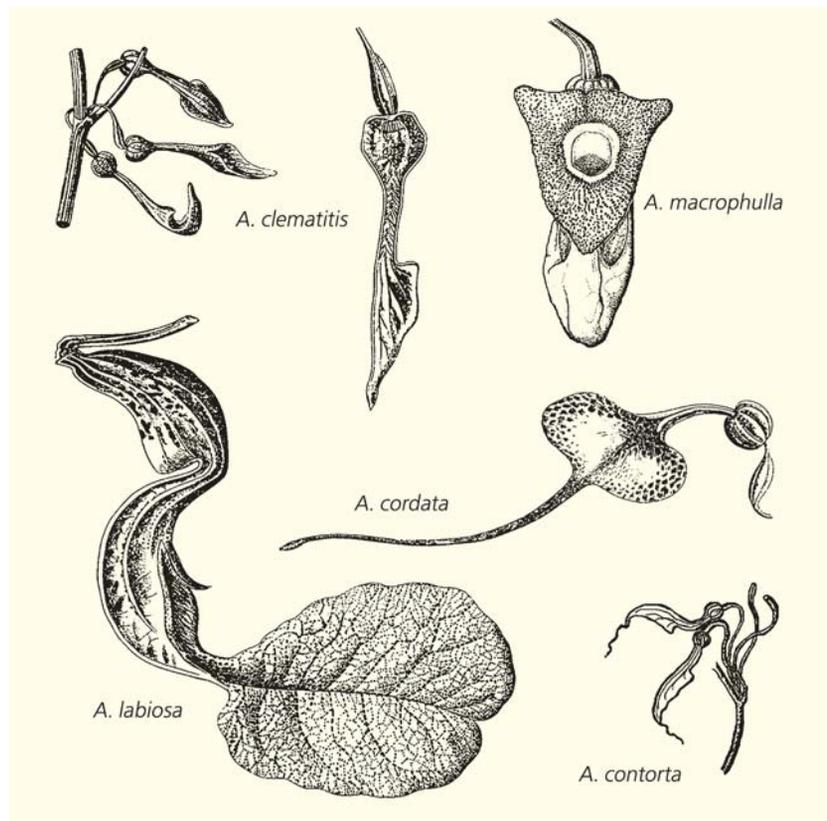
Разнообразные по окраске цветки кирказона маньчжурского.

видов есть полупрозрачная стенка — «окошко» для пропускания света. Внутри трубки обычно находятся волоски или сосочки, которые наклонены в одном направлении [11]. Муха, влетев в раструб околоцветника, скатывается по трубке вниз в мешочек, где содержится нектар, однако выбраться она сможет, только когда раскроются тычинки, клетки волосков потеряют упругость и больше не станут удерживать пленника. Пыльцевые зерна налипают на части тела мухи, которая покидает цветок с грузом пыльцы, чтобы посетить другие цветки.

Все виды кирказона, изученные до настоящего времени, опыляются насекомыми из разных семейств — Anthomyiidae, Chloropidae, Milichiidae, Phoridae, Sarcophagidae и Syrphidae [11]. Хотя специфический сильный запах гниения привлекает мух многих видов, не все из них становятся опылителями, и дело тут не только в размерах цветка, но и в размерах насекомого и его способности переносить пыльцу. Например, в цветках кирказона маньчжурского мы находили разных мелких двукрылых (Muscidae, Sepsidae, Drosophilidae, Lonchaeidae, Phoridae, Cecidomyiidae), которые свободно проникали в цветок, но покидали его без груза пыльцы.

Цветки кирказонов разных видов сильно отличаются по размерам. Так, околоцветник дальневосточного кирказона скрученного не более 5 см, а у жителя Антильских о-вов крупноцветкового кирказона (*A. grandiflora*), бразильского кирказона гигантского (*A. gigantea*) и многих других цветки до 40 см в диаметре. И у каждого из них есть свои опылители, для привлечения которых растения «подобрали» в ходе эволюции дополнительные соблазны — запахи, сигнальные дорожки и пятна, окраска околоцветника.

Эволюционный путь кирказона маньчжурского привел также к узкой специализации цветка к ограниченному кругу мух-



Цветки кирказонов разных видов [12].

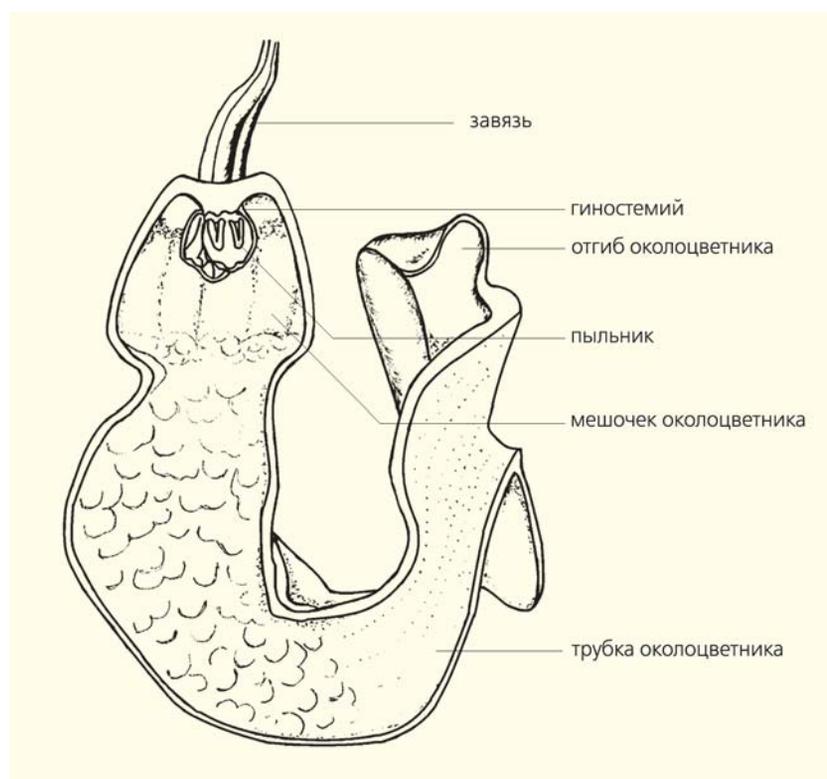


Схема строения цветка кирказона маньчжурского.

опылителей. И такая специализация взаимовыгодна. Мухи могут находиться в цветке несколько часов, в том числе и в дождливые дни, которых бывает немало в период массового цветения лианы. Чем дольше насекомые перемещаются внутри цветка, тем успешнее происходит опыление, а значит, тем больше разовьется полноценных семян внутри плода – шестигранной цилиндрической коробочке. В октябре, после листопада, она растрескивается, и более сотни ее семян разлетаются на десятки метров, подхваченные ветром.

Итак, для успешного размножения у кирказона маньчжурского выработаны различные приспособления (окраска, форма, запах цветка и др.). Большое количество полноценных семян в коробочке характеризует его как вид с высокими потенциальными возможностями. Однако существуют и ограничения, свидетельство чего – отмеченный для вида низкий процент плодообразования, одной из причин которого может стать недостаток подходящих опылителей или приемлемых для их лёта погодных условий. Возможно, в период расширения границ ареала вида количество таких опылителей было больше, а значит, и больше созревало плодов. Переносимые на значительные расстояния сильным ветром семена могли быть пионерами на новых территориях. Такие укочившиеся переселенцы формировали новые форпосты на еще необжитой кирказоном тер-

ритории. В очередной период похолодания насекомые-опылители могли сменить места обитания. Потеря опылителей и сокращение площади широколиственных лесов на территории Китая (напомним, современного центра распространения кирказона маньчжурского), вероятно, способствовали фрагментации когда-то обширного ареала.

* * *

Реликтовые виды растений – свидетели уникальных процессов, связанных с глобальными изменениями климата и преобразованиями природы континентов. Территория Дальнего Востока перенесла сильное плейстоценовое похолодание, оставаясь свободной от сплошного ледяного покрова, и поэтому здесь уцелело много видов растений, происхождение которых относится к более ранним эпохам. Эти сохранившиеся, преимущественно теплолюбивые виды в современных климатических условиях, как правило, имеют небольшую численность и сильно фрагментированные ареалы. Состояние популяций таких видов часто ухудшается под влиянием цивилизации. Как следствие, наблюдаются снижение генетического разнообразия и усиление негативных последствий генетического дрейфа и инбридинга, что может привести к полному исчезновению вида. Обычные еще в начале XX в. дальневосточные виды растений уже стали редкими и исчезающими; причиной их перехода в эту

категорию было усиление антропогенного влияния.

Запас генетической изменчивости, которым пока обладает кирказон маньчжурский, как показали исследования состояния его генофонда, позволит ему какое-то время переживать перемены окружающей среды. Но как долго он сможет противостоять натиску изменяющихся под действием человека условий обитания, сказать сложно. Природные популяции вида находятся в угнетенном состоянии, самовозобновление незначительно. Размножение семенами, безусловно, выгоднее вегетативного, но и оно едва поддерживает границы нынешних популяций. Очевидно, что виду, устоявшему во время природных катаклизмов в прошлом, чтобы выжить сейчас, нужна наша помощь. В связи с этим особенно важно сохранять существующий генофонд, не позволять снизиться тому уровню генетической изменчивости, который формировался веками. Для этого необходимо обеспечить охрану еще уцелевших его местообитаний. Сами же популяции вида можно восстановить за счет реинтродукции растений при постоянном наблюдении за уровнем генетической изменчивости и при сохранении существующих частот генотипов, чтобы не произошло разрушение адаптивных генофондов популяции. Хочется верить, что результатом таких действий станет восстановление природных популяций кирказона маньчжурского. ■

Литература

1. Растительные ресурсы России и сопредельных государств / Ред. А.Л.Буданцев. СПб., 1996. Ч.1.
2. *Bulgakov V.P., Zhuravlev Yu.N., Radchenko S.V. et al.* // *Fitoterapia*. 1996. V.67. №3. P.238–240.
3. *Davis P.H., Khan M.S.* *Aristolochia in the near east* // *Notes from the Royal Botanic Garden*. 1960. P.515–546.
4. *Попов М.Г.* Филогения, флорогенетика, флорогеография, систематика. Киев, 1968. Ч.1.
5. *Колаковский А.* // *Ботанический журнал*. 1956. Т.8. С.1206–1207.
6. *Briggs J.C.* *Global biography*. Amsterdam; Lausanne; N.Y.; Oxford; Shannon; Tokyo, 1995.
7. *Jin-shuang M.* // *Acta Phytotaxonomica Sinica*. 1989. V.27. №5. P.321–364.
8. *Осипова Н.В.* Лианы: справочное пособие. М, 1989.
9. *Flowering plants of the world*. L., 1971.
10. *Воробьев Д.П.* Дикорастущие деревья и кустарники Дальнего Востока. Л, 1968.
11. *Wolda H., Sabrosky C.W.* // *Biotropica*. 1986. V.18. №4. P.295–299.
12. *Кернер А.* Жизнь растений. СПб., 1902. Т.2.

Поп-психология



Член-корреспондент РАН А.В.Юревич

Наше многоликое время можно охарактеризовать по-разному. В том числе и как время поп-культуры, не только проникающей во все сферы общественной жизни, но и диктующей ее новые правила. Феномен поп-культуры оказал влияние и на науку, породив поп-науку, в том числе и такую, как поп-психология. Для того чтобы получить представление о масштабах этого явления, достаточно зайти в любой наш книжный магазин, где на полках психологической литературы всегда обильно представлены книги, названия которых начинаются с наречия «Как»: «Как научиться общаться», «Как заводить друзей», «Как преуспеть в бизнесе», «Как защититься от обмана», «Как не позволить манипулировать собой», «Как читать человека как книгу» и т.п., а также близкие им произведения под названиями «Не дай своим мозгам засохнуть», «Думай и богатей» и др., являющиеся версиями психологического знания и его практического применения, адресованными массовому и не имеющему психологического образования читателю.

Поп-психологию было бы ошибочно считать абсолютно новым феноменом. История знает немало удачных попыток популяризации психологического знания, в нашей стране недавних выражение в замечательных книгах К.К.Платонова, В.Л.Леви, Я.Л.Коломинского, которые сыграли важную роль в ознакомлении наших сограж-



Андрей Владиславович Юревич, заместитель директора Института психологии РАН. Область научных интересов — проблемы науковедения, методология и социальная психология науки.

дан с тем, что такое психология, в привлечении общественного внимания к ней и во многом способствовали увеличению численности психологов. Естественно, еще больше популярных книг по психологии было издано за рубежом, где многие из них, например книги Э.Берна, стали бестселлерами.

Современную поп-психологию не следует отождествлять с популяризацией психологической науки, популярным описанием выявленных в ней фактов, закономерностей и т.д. Хотя поп-психология и имеет определенную связь с научной психологией, она представляет собой существенно иной вид знания.

Наиболее очевидны ее отличия от академической психологии. Они состоят в языке, на котором преподносится психологическое знание, в основных точках опоры при его построении, в его адресате, в представлениях об области возможного, в способах доказательства и верификации утверждений, в базовых установках и т.д. Язык академической психологии хо-

тя и не формализован в такой степени, как язык физики или математики, но пестрит сложными терминами, в то время как язык поп-психологии мало отличается от обывденного языка и поэтому понятен обывателю. Адресатом академической психологии служит научное психологическое сообщество, адресатом поп-психологии — «человек с улицы», не имеющий профессиональных психологических познаний. Для академической психологии область возможного ограничена научными представлениями о мире, для поп-психологии — практически не ограничена.

Академическая психология опирается на научную психологическую литературу, ее традиции и накопленные в психологической науке данные, а поп-психология, хотя иногда и отдает должное этим данным и теориям научной психологии, при этом сильно упрощая их, все же имеет основные точки опоры в личном опыте авторов поп-текстов. Академическая психология уделяет первосте-

пенное внимание доказательству и верификации утверждений, которые осуществляются в соответствии с принятыми в науке стандартами (хотя эти стандарты и различаются в рамках разных исследовательских традиций, например, в естественнонаучной и гуманитарной парадигмах), в то время как в поп-психологических текстах подобная верификация, как правило, вообще отсутствует. Для поп-психологии характерна установка: зачем ждать, пока академическая и практическая психология накопят знание, достаточное для психологической помощи человеку, когда помочь ему можно и на основе имеющегося знания, заполняя существующие пробелы здравым смыслом и т.п.

Поп-психология в отличие от академической психологии характеризуется прагматической установкой на решение психологических проблем, возникающих у читателей поп-психологических текстов, совершенствование их психологических навыков, развитие их общей психологической культуры. Для поп-психологии характерна перспектива, которую можно условно назвать экзистенциальной, направленность на расширение представления человека о своих психологических возможностях, выработку им собственной жизненной философии и т.п. Наконец, поп-психология, как правило, дает однозначные интерпретации обсуждаемых проблем и однозначные рецепты их решения, в то время как для научной психологии характерны множественные объяснения изучаемых ею явлений и гипотетический характер этих объяснений. Как известно, научное знание развивается путем подтверждения или опровержения гипотез, а читающему поп-психологические книги «человеку с улицы», как и человеку, приходящему к врачу, нужны не гипотезы, а однозначные рецепты. Например, такие, как «научитесь отличать то, что вам нужно, от того,

что вам хочется» [1. С.97], «главное, чтобы ваша мысль была изложена четко, понятно и убедительно» [2. С.18] и др.

Перечисленные различия между академической психологией и поп-психологией, которые можно отнести к числу *когнитивных*, дополняются их *социальными* различиями, например в социальной организации соответствующих сообществ. Сообщество академических психологов более организовано и иерархизировано, а для представителей поп-психологии, иногда занимающих определенное место в академической иерархии, все же более характерны позиции «одиночек волков» или представителей локальных сообществ практикующих психологов. Следует упомянуть и то обстоятельство, что поп-психологические тексты, будучи ориентированы на массовую аудиторию, выходят куда большими тиражами, нежели труды академических психологов, и именно они, как правило, становятся психологическими бестселлерами.

При этом дистанцию между поп-психологией и академической психологией не следует преувеличивать. Поп-психология весьма активно использует накопленное академической психологией знание, а поп-психологическая литература часто содержит описания психологических экспериментов и данные научных исследований, хотя эти данные подаются в ней не так, как принято в научных текстах (со ссылкой на их источники, описание применявшихся методик, размеров изучавшихся выборок и т.д.), а в упрощенном, популяризованном и адаптированном к восприятию обывателя виде. Например, такая психологическая теория, как теория когнитивного диссонанса, для изложения которой ее автору потребовалось около 200 страниц [3], в поп-психологических текстах может быть сведена лишь к одной фразе: «Л.Фестингер, определяя понятие ког-

нитивного диссонанса, описывает следующую схему человеческого поведения в ситуации выбора: человек либо изменяет свое поведение, либо изменяет свое отношение к объектам, либо обесценивает значение поступка для себя и для других» [4. С.258]. А поп-версия многочисленных результатов исследований интеллекта может выглядеть так: «Пускай воинствующие эгалитаристы с этим не согласны, но одни люди умнее других» [1. С.30].

В поп-текстах знание научной психологии не только сильно упрощается, но подчас и искажается по смыслу, что нередко приводит к формулированию в них фактически неверных утверждений, якобы вытекающих из научных данных. Примеры таких утверждений приводит опровергающий их С.С.Степанов: «чтобы добиться успеха в достижении цели, ее надо визуализировать», «сдерживать свои чувства неправильно и вредно», «если вы пребываете в дурном расположении духа, то почувствуете себя лучше, переключив свои мысли на что-нибудь приятное» [7. С.12—13]. За ними действительно стоят результаты научных исследований, причем не единичных, а многочисленных, однако подвергшиеся не только сильному упрощению, но и смысловому искажению, истоки которого надо искать в типовых механизмах поп-психологической трансформации научного знания.

Вместе с тем поп-психология опирается не только на научное, но и на другие виды психологического знания (или на то, что она преподносит в качестве такового), включая знание, накопленное практической психологией (отметим, что авторы поп-психологических текстов, как правило, работают и в качестве практикующих психологов), их «личное знание», сопоставимое с «личным знанием», описанным М.Полани [6] и др. Например, как признается один из авторов произведения «Читать че-

ловека как книгу», являющегося типичным образцом поп-психологической литературы, «умение “читать” людей — это не наука и не особый дар. Это вопрос знания, куда именно нужно смотреть и что слушать, наличия любопытства и терпения для сбора необходимой информации, а также понимания того, как распознавать особенности внешности, “языка тела”, голоса и поведения человека» [7. С.9].

Для поп-психологии характерно отсутствие хотя бы относительно выраженных границ между знанием и тем, что трудно признать таковым, свойственных научной психологии, в традициях которой — пропускать знание сквозь «сито» верифицирующих процедур, таких как специально организованное подтверждение эмпирическим опытом. В результате поп-психология с неизбежностью более «всеядна», нежели научная психология, даже в условиях «либерализации» последней в результате распространения постмодернистской методологии [8]. В частности, в поп-психологию проникают не только сомнительные психологические технологии, такие, как НЛП, преподавание которого запрещено в американских вузах, но и всевозможные виды эзотерики. В поп-психологических текстах находится место и для данных, полученных научной психологией, и для рекомендаций практической психологии, и для таких понятий, как аура, чакры, карма и др. Их авторы мало заботятся о том, стоит ли за подобными понятиями какая-либо реальность, и предлагают читателю смесь вполне научных утверждений, эзотерики и «синтетических» — научных по форме, но странных по содержанию — заявлений. Таких, например, как: «по сути все науки, которые мы с вами знаем, — психология, экономика, биология, физические науки — являются науками о коллективном бессознательном, они исследуют внутренние характеристики нашего всеоб-

щего сна» [4. С.98], «холоotropное состояние сознания позволяет получить опыт того, что мы вечны, бессмертны. Мы вообще не умираем. Мы просто переходим в разные формы» [4. С.83].

Для поп-психологии не существуют разграничительные линии между знанием и не-знанием — мифами, заблуждениями и др. Ее главные ориентиры — не эти демаркации, а стремление сформулировать наиболее интересную для «человека с улицы» версию психологического знания, предложить ему способы решения его психологических проблем в отсутствие особой заботы об адекватности и научной обоснованности этих рекомендаций. В результате поп-психология представляет собой самое *универсальное* из всех направлений психологии, не признающее барьеров между различными школами и направлениями, существующими в академической психологии, или различными парадигмами воздействия на человека, характерными для практической психологии. Поп-психология объединяет не только эти школы и направления, но также западные и восточные психотехники, научные и религиозные представления и т.д., в каком-то смысле действительно выступая «универсальным интегратором» всех подходов к пониманию человеческой психики и воздействия на нее, сформировавшихся в истории человечества. Вполне симптоматично, что психологи, проявляющие наибольшую активность в интеграции психологической науки, нередко выступают и авторами поп-психологических текстов, а предлагаемые ими программы ее интеграции включают эзотерическую составляющую. Например, В.В.Козлов пишет: «Только в настоящее время, к началу третьего тысячелетия, когда знания о психике человека пополняются не только за счет чисто научных исследований (в общем понимании), а еще и за счет всегда остававшихся скрытными эзоте-

рических знаний, можно говорить о более целостном понимании, что такое человек и его сознание» [4. С.46]. А среди основных направлений интеграции психологии он предлагает «улучшение реального взаимопонимания» «между научной психотерапией и теми ветвями психотерапии, которые не относятся к традиционной академической науке (трансперсональная, религиозная, мистическая, эзотерическая и т.п.)» [4. С.52].

Для поп-психологии очень характерно и отсутствие *критической позиции*, которая служит одним из краеугольных камней научного познания со времен, когда было сформулировано знаменитое кредо Р.Декарта «подвергай все сомнению». Если научные тексты подстроены как подтверждение одних взглядов, критика и опровержение других, то в поп-текстах представления, подвергаемые сомнению и опровергаемые их авторами, как правило, отсутствуют. Здесь в чистом виде применяется кредо «годится все», сформулированное П.Фейерабендом [9]. А практические рецепты, предлагаемые поп-психологами, формулируются ими, во-первых, в контексте, предполагающем знание того, «как надо» (в этом плане дискурс поп-психологии очень напоминает дискурс советского обществоведения), хотя далеко не все психологические ситуации таковы, во-вторых, в виде предписаний, которые непременно дадут желаемый эффект, хотя общеизвестно, что его дает лишь небольшая часть психологических технологий.

Когнитивная «всеядность» поп-психологии находит естественное отображение в ее жанровой раскованности. Поп-психологические тексты пишутся не в соответствии с достаточно строгими канонами научной психологии, а в весьма свободной форме. Для них характерен такой язык, как: «Вселенная беременна человеческим сознанием. Вселенная вечно возрождается в человеческом сознании.

Вне воли, чувства, осознания — пуст орех бытия» [4. С.145].

В поп-психологических текстах очень выражена их личностная составляющая, которая в научных трудах, в соответствии с нормами их написания, заложены еще в пору формирования оснований науки Нового времени [10], предельно редуцирована. Эти тексты изобилуют обращениями авторов к их личному опыту, упоминанием фактов своей биографии, а также биографий своих знакомых, друзей, родственников и т.п. Например: «после 20 лет работы в практической психологии я вдруг заметил, что основная функция психолога (если он и вправду психолог) — это функция учителя жизни, а в предельном выражении — духовного наставника, передающего свое глубинное знание своему клиенту» [4. С.95]; «у меня есть друг в московском университете, который занимается буддизмом, и у него есть тайная надежда, что через несколько рождений он станет просветленным» [4. С.92]; «когда я была ребенком, то во время частых званных обедов у нас в доме устраивалась на верхних ступеньках лестницы под гостиной родителей» [7. С.6]; «я мысленно усмехаюсь, когда приятель моего отца Джон небрежно тянется за очередной порцией закуски» [7. С.9]; «как-то раз моего знакомого адвоката пригласили защищать грубого и упрямого арестованного,

которому было предъявлено обвинение в пьянстве» [2. С.9]; «я объяснил девушке, что ее поражение и пессимизм чрезмерны» [2. С.16], и т.п.

Описанные жанровые особенности сближают поп-психологические тексты с автобиографической и с художественной литературой. Эти тексты подчас выглядят как «психологическое шоу», реализуемое в яркой и живой форме, а поп-психологию можно охарактеризовать как перенесение того жанра шоу, в котором живет современная западная цивилизация, на территорию психологии.

Подобные обстоятельства обуславливают неадекватность трактовки поп-психологии как популяризированной версии практической психологии, которая тоже достаточно далека от академической психологии. Поп-психология имеет от нее немало отличий. Эти отличия не сводятся только к большей «демократичности» поп-психологии, которая, в виде соответствующих книг, доступна для массового потребителя — в отличие от дорогих услуг психологов-практиков. Они включают и присутствие у практической психологии жанровых и прочих ограничений, отсутствующих у поп-психологии. Практическая психология, как и академическая, представлена различными школами и направлениями, как правило, игнорируемыми друг друга, в результа-

те чего «всеядности» поп-психологии здесь противостоит другая крайность — обилие разделяющих эти школы и направления барьеров. Существенным различием служит и то, что в практической психологии субъект терапевтической процедуры — это профессиональный (более или менее) психолог, а в поп-психологии — тот, кто освоит содержащиеся в поп-текстах знания и рекомендации. Это различие относительно, поскольку практическая психология тоже предполагает достаточно высокую активность пациента, в том числе и в плане само-терапии, однако все же ситуации «психолог—пациент», характерные для практической психологии, весьма существенно отличаются от ситуаций «человек с улицы — текст», типовых для поп-психологии. При этом и психологическое знание, и интерпретации психологических состояний, и практические рекомендации формулируются в поп-психологических текстах в терминах обыденного языка, а не в таких терминах практической психологии, как «компенсация», «сублимация», «катарсис», «аутизм» и др., малопонятных обывателю.

Подобные различия дают основание характеризовать поп-психологию не как популяризованную версию практической психологии, а как самостоятельную отрасль психологии. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 06-06-80310а.

Литература

1. Степанов С. Психологические шпаргалки. М., 2005.
2. Льюис Д. Язык эффективного общения. М., 2005.
3. Festinger L. A Theory of Cognitive Dissonance. Stanford, 1957.
4. Козлов В.В. Психотехнологии измененных состояний сознания. М., 2005.
5. Степанов С. 7 мифов поп-успеха // Мы и мир. Психологическая газета. Январь 2005.
6. Полани М. Личностное знание. М., 1985.
7. Димитриус Э., Мазарелла М. Как читать человека как книгу. М., 2006.
8. Юревич А.В. // Вопросы психологии. 1999. №2. С.3—11.
9. Фейерабенд П. Избранные труды по методологии науки. М., 1986.
10. Гайденко П.П. Эволюция понятия науки (XVI—XVIII вв.) М., 1987.

Судьба к нему благоволила

К 100-летию Э.М.Мурзаева

В.Э.Мурзаева,
кандидат географических наук
Москва

В этом году исполняется 100 лет со дня рождения моего отца — Эдуарда Макаровича Мурзаева (1908—1998), видного географа и топонимиста. О его заслугах в изучении природы стран Средней, Центральной и Восточной Азии, а также в становлении географического направления в топонимике в свое время сказано и написано немало. Но многое уже забыто, а о некоторых моментах его большой жизни теперь никто, кроме меня, уже не знает и не помнит.

Отцу нравились такие строки А.К.Толстого о Крыме: «В стране, где ясными лучами / Живее блещут небеса, / Есть между морем и горами / Земли роскошной полоса». И не случайно. Он родился в 1908 г. в Крыму, в районе Старого Крыма — там семья проживала на даче (официально — по месту постоянного проживания) — в Симферополе). Он стал четвертым ребенком в семье Мурзаевых*, всего же детей было пятеро — четыре брата и сестра, что по тем временам считалось абсолютно нормальным, а вовсе не рекордом. Надо отдать должное родителям, которые, будучи людьми простыми, поощряли в детях тягу к знаниям, в результате чего все они получили образование, а кое-кто даже и научные степени. Так, старший, Петр Макарович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, преподавал в Кишиневском университете. Анна Макаровна — кандидат сельскохозяйственных наук, работала в Институте консервной промышленности. Эдуард Макарович — доктор географических наук, профессор, лауреат Сталинской и многих других престижных премий и наград, академик Германской академии естественных наук. Средний и младший сыновья — Христофор и Альберт — стали инженерами (последний, как ни странно, носил армянскую фамилию Мурзян, по семейным преданиям, так решил крестивший его священник).

* По-видимому, измененная армянская фамилия Мурзян. Мурзаевы, как объяснили мне знающие топонимисты, переводится на русский язык как Князевы. А уж девичья фамилия бабушки Розы и вовсе Кара-Мурза — «черный князь».

© Мурзаева В.Э., 2008



Э.М.Мурзаев. 1.06.1908—31.07.1998. Фото 1947 г.

Учился отец в обычной симферопольской школе, где обрел многих верных друзей на долгие годы. Увлекался чтением, чему в значительной степени способствовала дружба его с девочками Надей и Лизой Несторович, отец которых Иван Григорьевич, человек высокой культуры, директор ялтинского банка, привязался к мальчику, приобрел его к литературе и игре в шахматы. В результате дома у Мурзаевых сложилась целая библиотека. Под нее пришлось купить шкаф, на который торжественно была наклеена этикетка: «Библиотека Эди Мурзаева». (Кстати, шкаф уцелел и, несмотря на преклонный возраст, неко-



Семейный портрет Мурзаевых (1928). Сидят (слева направо): сестра Анна Макаровна (в семье — Анета), мама Розалия Христофоровна, папа — Макар Петрович, Таиса Степановна (жена старшего брата), стоят — Резниченко Александр Герасимович (муж сестры), братья: Альберт, Христофор, сам Эдуард и Петр.

торую обшарпанность и скрипучесть, до сих пор важно стоит у меня в кабинете.)

Другие интересы Эди Мурзаева в школьные годы касались, во-первых, походов по интересным местам родного Крыма и, во-вторых, проведения в домашних условиях всяческих физических опытов, особенно связанных с электричеством. Бабушка Роза рассказывала, что, когда в Крыму в 1927 г. случилось сильное землетрясение и в таз с вареньем, которое она варила, с потолка посыпалась штукатурка, она гневно закричала: «Опять этот Эдька свои опыты устраивает!»

Из эпизодов школьной жизни, о которой отец как-то мало рассказывал (да и вообще он был молчун), мне запомнилось, что он законно прогуливал уроки пения: «Учитель пения проверил у меня слух и голос, вернее, их отсутствие, в сердцах хлопнул меня камертоном по лбу и рявкнул: “Чтобы больше я тебя на своих занятиях не видел!”».

Так же случилось и с уроками закона Божьего, так как из всего класса он один оказался почему-то католиком. Может быть, поэтому и сформировался из него законченный атеист? Или просто время тогда другое было?



Крымские пейзажи.

Фото В.Э.Мурзаевой

После окончания школы отец поступил в Крымский пединститут на физическое отделение (вот она, любовь к опытам), а через год перевелся в Ленинградский университет на географический факультет (любовь к походам победила). Здесь он слушал лекции многих крупных ученых. Из них он особенно чтит Льва Семеновича Берга, который стал для него наставником, добрым старшим другом и вообще образцом для подражания в науке и в жизни. Большой портрет Берга висел в кабинете над папиным письменным столом до конца его дней. Лишь недавно я передала портрет в Московский филиал Русского географического общества.

С 1931 г. папа включился в работу Геоморфологического института АН СССР, впоследствии переименованного в Институт географии АН СССР (РАН), и проработал в нем всю оставшуюся жизнь.

Примерно в это время произошло еще одно немаловажное событие в его жизни — женитьба на Валентине Григорьевне Сазановой, девушке из хорошей семьи (отец ее — бывший офицер царской армии, к счастью, не боевой, а какой-то канцелярской направленности, что и позволило ему уцелеть при новой власти). В детстве мы с сестрой любили рассматривать фотографии из старинного альбома, сохранившегося у бабушки Любы, — торжественные, нарядные, в коричневых тонах, на паспарту: дед в эполетах, при усах, бабушка в кружевах.

Мама, хотя и не имела высшего образования по причине пресловутого «непролетарского» происхождения, была интеллигентным человеком, с природным чувством литературного стиля и глубоким знанием русского языка. Всю жизнь (а они прожили вместе 54 года во взаимном уважении и полном обожании) она посвятила мужу, его работе и нам, детям, при этом оставаясь всегда в тени, на втором плане. А ведь именно она стала для него не только машинисткой, но и первым читателем, главным критиком и взыскательным редактором всех его работ. Лишь однажды ее имя вышло на поверхность как соавтора «Словаря местных географических терминов» (1959), в создании которого она принимала действительно очень большое участие, делая выборки из опубликованных работ, собирая картотеку и т.д.

В одном из семейных стихотворных опусов, посвященных родительским юбилеям, золотой свадьбе и т.д. мы, родичи, так подчеркнули важность их далекой, как нынче модно выражаться, судьбоносной встречи: «Он приехал из Крыма завоевывать свет — / Славу, науку, столицу — а завоевал ЕЕ! / И кто теперь скажет, которая из побед / Оказалась в жизни важнее всего?».

В Ленинграде мы прожили до 1939 г., когда Академия наук переехала в Москву. Помню огромную пустую комнату в коммуналке: у нас тогда из имущества было лишь несколько вьючных ящиков, папин письменный стол (это-то уж прежде всего) и детская коляска, так как в начале 1939 г.



Семья Сазановых. На первом плане слева стоит будущая жена Эдуарда Макаровича Валя.

родилась моя младшая сестра Валерия. Папа постоянно ездил в экспедиции в Среднюю Азию. Однажды он отрастил там густую бороду, почему-то рыжего цвета (а сам-то брюнет!). Мы с мамой встречали его тогда на вокзале, и я его категорически не узнала. Тут же был устроен страшный скандал: «Это не мой папа! Это чужой дядя! Зачем ты привела мне чужого дядю?» Народ вокруг с сочувствием посматривал на бедного ребенка и с осуждением — на его легкомысленную мать. Дома папа немедленно сбрил это рыжее украшение, и все встало на свои места.

В 1939 г. в связи с переездом Академии наук из Ленинграда в Москву туда же переселялась и наша семья.

Как сейчас помню, мы с мамой, провожающие, стоим на платформе, а папа сидит в арендованном товарном вагоне, где стоят и лежат совсем немногочисленные тогда наши вещички, и главное — вышеупомянутый огромный дубовый письменный стол (он жив до сих пор и служит геологу, академику В.В.Баулину). Папа уже устроился за ним и с нетерпением ждет, когда же мы, наконец, уйдем, чтобы начать работать. Ведь малой скоростью он будет ехать почти две недели и можно спокойно поработать безо всяких помех (детей, телефона и т.д.). Уже тогда стало ясно, какой он



В экспедиции в Монголии на оз. Хубсугул.

Фото Г.И.Дубикова

трудоголик — девиз «ни дня без строчки» — это прямо-таки про него!

В 1940 г. отец был откомандирован и уехал со всей семьей в Монгольскую Народную Республику; предполагалось тогда, что на два года, а получилось (из-за начала войны) — что на все четыре. Этот этап оказался очень важным и результативным в его творческой жизни — он объездил страну вдоль и поперек, исследовал до того слабо изученную ее территорию, написал и опубликовал ряд работ на русском и монгольском языках. Особенно значимым стал первый учебник по географии Монголии, по которому выучились несколько поколений монгольских географов.

Благодаря этому даже в 70-е годы в Монголии многие люди, как выяснилось, помнили фамилию Мурзаев. В этом я убедилась, работая в Советско-Монгольской геологической экспедиции АН СССР. Например, моему начальнику никак не хотели выдать из фондов аэрофотоснимки, но когда пожилая и строгая заведующая спецчастью услышала мою фамилию, она даже растерялась: «Как?! Вы — дочь того самого Мурзаева? Старшая или младшая? Я помню, у вас были вязаные шапочки с длинными ушками». И снимки нам выдали. Другой пример. Стоим палаточным лагерем на Орхоне. Подъезжает на своей машине важный толстый дарга (начальник): «Кто такие? Что надо?». Знакомимся, называем фамилии. И опять такая же радостная реакция: «Я знаю Мурзаева, по его учебнику учился! Может, вам что-нибудь нужно? Катер? Баржу?» (оказалось, он начальник речного пароходства).

Кроме экспедиционной и научной работы, отец в Монголии много занимался и просветительской — читал лекции, доклады, писал научно-

популярные заметки в местной прессе. В экспедициях и обработке их материалов с ним вместе участвовали тогда еще совсем молодые монгольские ученые, многие из которых впоследствии считали себя его учениками (Ц.Пунцатноров, Ш.Цэгмит, Д.Цэвэгмит и др.). Почти все они со временем заняли руководящие посты в Академии наук МНР, а некоторые — даже в правительстве страны.

Я помню, как эти юноши собирались в нашем глинобитном домике (байшине), папа гасил свет в комнате, зажигал свечку и, держа ее у крутящегося глобуса, объяснял, почему день сменяется ночью, а зима — летом. Слушатели (и они, и мы с сестренкой) сидели с одинаково раскрытыми ртами.

В целом же монгольский период нашей жизни был, как мне отсюда представляется, интересным и насыщенным — папа интенсивно работал, ездил по стране, прилично овладел монгольским языком (а уж про нас сестрой и говорить нечего — мы лопотали по-монгольски просто без акцента); первые два года мы жили в маленьком байшине (удобства во дворе, водовоз-китаец по утрам, дрова колоть — сами), а потом получили квартиру в двухэтажном доме — они тогда только начинали строиться и считались высшим шиком. Маленькая колония так называемых «советских специалистов» была дружной, веселой компанией — ходили в гости, ездили за город (в падах г.Богдо-Ула под Улан-Батором так бурно цвели красные саранки!), мужчины играли в футбол, волейбол и шахматы, ходили на охоту — помню, как я заверещала и испугалась, когда увидела в ванной тушу кабана.

В последующие годы уже в Москве на базе собственных монгольских материалов папа опубликовал около 60 работ, в том числе монографию «Монгольская Народная Республика. Физико-гео-

графическое описание» (1948, 1952) и защитил докторскую диссертацию (1949). За монографию он получил Сталинскую премию (1951). В пятидесятые годы монография была опубликована на монгольском, немецком, польском и китайском языках. В целом монгольский цикл работ удостоился Золотой медали Н.М.Пржевальского.

Тогда же, в начале 50-х годов, сложился творческий альянс — Мурзаев — журнал «Природа». Первая его публикация в «Природе» состоялась, насколько мне известно, в 1952 г., а последняя — в 1992-м. Это были и небольшие природоведческие заметки, и рецензии на публикации коллег, к которым папа всегда относился внимательно и доброжелательно, и мемориальные тексты. В двух небольших шкафах, где тщательно и полностью собраны все написанные и отредактированные им работы, пачка журналов «Природа» выглядит весьма внушительно. Сейчас эту коллекцию трудов Мурзаева я передала в Институт географии РАН, где она стоит в помещении Московского центра Русского географического общества (общее число публикаций — и авторских, и отредактированных работ — составляет, согласно приложенному списку, 763!).

Во второй половине 50-х годов отец принимает участие в Синьцзянской комплексной экспедиции Академии наук Китайской Народной Республики. Эти аридные районы он уже неплохо представлял благодаря работе по переизданию трудов Пржевальского еще в 40-е годы, но теперь в течение трех лет ему удалось самому объездить и исследовать огромные и слабоизученные территории (общая протяженность маршрутов, по его подсчетам, превысила 30 тыс. км). Итогом этих работ стал капитальный труд «Природа Синьцзяна и формирование пустынь Центральной Азии» (1966), за который ее автор был награжден премией им. В.А.Обручева АН СССР. В монографии автор с присущей ему широтой и глубиной освещает все стороны природного комплекса Синьцзяна — рельеф, климат, оледенение, поверхностные воды, почвы, растительность, животный мир; восстанавливает историю развития ландшафтов, проводит физико-географическое районирование. С точки зрения многих ученых (с моей — тоже), и по форме, и по содержанию синьцзянскую монографию можно считать вершиной творчества Мурзаева как физико-географа и страноведа. Во всяком случае, она не уступает, а может быть, и превосходит знаменитую «Монгольскую Народную Республику». Конечно, обидно, что не получила она столь широкого признания и у нас, и за рубежом. А причиной этого стало изменение политической конъюнктуры на рубеже 50—60-х годов — Н.С.Хрущев насмерть рассорился с Мао Цзедунем, и советских специалистов в 24 часа выставляли из Китая. Синьцзянская экспедиция перестала функционировать как совместная советско-китайская, а любые публикации по китайской те-



С женой Валентиной Григорьевной и дочерьми Викторией и Валерией в Улан-Баторе.



С монгольскими коллегами-учениками.

матике замалчивались или даже пресекались. В общем, не в то время вышла в свет синьцзянская монография, но счастье, что вообще вышла, можно сказать, «под занавес» (могло бы быть и хуже).

В своих многочисленных путешествиях в Средней Азии, Монголии, Китае, Вьетнаме отец неизменно интересовался географическими названиями, их смыслом, происхождением, языковыми связями. Со временем этот интерес к топонимике, возникший в 30-е годы как, казалось бы, хобби, перерос в глубокую многолетнюю привязанность и стал преобладающим в его творчестве. И в этом деле он достиг высочайших вершин, что признают многие топонимисты (лингвисты, филологи, этнографы, историки и др.).

О происхождении географических названий отец написал много книг, брошюр, статей, выступал с лекциями и докладами на всесоюзных и международных съездах и конференциях. Даже во время занятий со студентами Института востоковедения (был такой краткий период в его жизни) он, обнаружив, что им трудно усваивать чужие для родного языка географические названия, стал

вводить в свои лекции элементы топонимики, и это сразу облегчило дело.

Основные работы отца по топонимике: «Словарь местных географических терминов» (1959, совместно с В.Г.Мурзаевой), «Очерки топонимики» (1974), «География в названиях» (1979, 1982), «Топонимика и география» (1990), «Тюркские географические названия» (1996) и, наконец, «Словарь народных географических терминов» (1984). Последний получил десятки положительных и даже восторженных рецензий («уникальный», «труд гигантский, фундаментальный»). Несмотря на огромный, небывалый по нынешним меркам тираж (50 тыс. экз.!), «Словарь...» сразу разошелся и стал библиографической редкостью. В последующие годы отец готовил новое, ставшее его лебединой песней, расширенное примерно на 30% издание словаря, работая над ним почти до самой смерти. К сожалению, при его жизни рукопись не удалось опубликовать, что волновало Эдуарда Макаровича до последних мгновений. Когда, уже тяжело больной, он спрашивал, как идет его публикация, я отвечала, конечно, что «идет полным ходом», хотя на самом деле переговоры об издании с Роскартографией были еще в самой начальной стадии.

В результате совместных усилий людей, любивших и уважавших Эдуарда Макаровича, «Словарь...» в 1999 г. все-таки увидел свет, за что мы все благодарны сотрудникам Роскартографии и Геодезиздата — А.С. Судакову, В.И. Берку, Л.Г. Ивановой. Тираж «Словаря...» всего 500 экземпляров (лучше, чем ничего), зато в двух томах, и хорошего качества бумага, переплет, суперобложка, фотографии, печать в два цвета и т.д. «Словарь...» содержит 4620 статей, это, как считают многие ученые, уникальное издание, не имеющее себе равных. Сам его автор, скромно оценивая свой труд, взял эпиграфом слова академика И.И.Лепехина: «Я стою на краю леса и вижу только его опушку». Однако с такой оценкой многие не были согласны. Так, украинский топонимист В.М.Мокиенко еще про издание 1984 г. сказал, что «русская географическая терминология, благодаря неутомимому многолетнему труду составителя словаря, уже превращена из опушки в просторное поле, на котором отныне будет легко и свободно работать последователям Э.М.Мурзаева». Очевидно, что «Словарь народных географических терминов» стал последней вершиной в многогранной творческой деятельности его автора.

Еще одно научное направление, которым отец всегда интересовался и которому посвящены многие его выступления в печати и на публике, — изучение истории исследований тех регионов, куда приводила его судьба. Начинать работу в новых для него местах как бы «с нуля», «с чистой страницы» — такой подход был не для него. Скрупулезно изучив историю исследования какого-то района, тщательно проштудировав и законспектировав работы своих предшественников, Эдуард Макарович

затем старался поделиться полученными знаниями с читательской аудиторией и стал профессиональным историком науки. Много внимания уделял он и судьбам ученых, глубоко и уважительно характеризуя жизнь и творчество наших великих географов далекого и недавнего прошлого. Так появились книги «В далекой Азии» (1969, в соавторстве), «Рассказы об ученых и путешествениках» (1979), а также многочисленные публикации о Н.М.Пржевальском, В.А.Обручеве, Л.С.Берге и др. По этой проблематике отец не раз выступал с лекциями и докладами и даже был научным консультантом при съемках некоторых биографических фильмов, например о Н.М.Пржевальском.

В целом, мне кажется, что отец прожил достойную и счастливую жизнь однолюба (одна работа, одна жена, один институт), делая любимую работу, окруженный любящими и уважающими его людьми и дома, и в коллективе. Мы не мистики, но нельзя отрицать, что судьба к нему благоволила и хранила его от настоящих бед.

Например, в командировку в МНР наша семья уехала в 1940 г. на два года, а из-за войны застряли там до 1944 года, тем самым все мы избежали тягот войны. А почти сразу после нашего возвращения в Москву на востоке началась война с Японией — в Улан-Баторе рыли окопы, в небе несколько раз появлялись японские самолеты. Тогда в Институте географии бытовала пословица «Мурзаев там — война здесь, Мурзаев здесь — война там».

И под репрессии он не попал, хотя однажды был близок к этому: в конце 40-х гг., во времена кампании против космополитизма, директор института вызвал к себе Эдуарда Макаровича и поручил ему выступить с разоблачением «метафизических теорий» академика Л.С.Берга. Отец категорически отказался, мотивируя это полным непониманием философии вообще («Я же чистый физико-географ, страновед!»). Прошло несколько тревожных дней, мама чуть ли не собирала ему чемоданчик с вещами, но наказание последовало довольно мягкое: «Раз Вы не знаете марксистской философии, то вот Вам направление в вечерний Университет марксизма-ленинизма» (его он и окончил за 2 года, конечно же, на все «пятерки»).

Еще один пример, казалось бы, по мелочи: отец должен был лететь в командировку из Улан-Батора в Москву, но опоздал на самолет, так как по дороге сломалась машина. Самолет улетел без него и через час разбился. Ну разве это не судьба?

В предисловии к работе Э.М.Мурзаева «Годы исканий в Азии» (1973) приводится замечательное высказывание Константина Паустовского, созвучное, как мне кажется, всей сущности моего отца, человека и ученого, неутомимого труженика, который писал, что познание и странствия неотделимы друг от друга... Это неперенное качество всех путешествий — обогащать человека огромностью и разнообразием знаний — есть свойство, присущее счастью. ■

«Устремление в новую область науки»

Очерк Н.К.Кольцова

Читателям «Природы» хорошо известно имя Кольцова. Здесь всегда печаталось множество материалов о нем и его сотрудниках. Сегодня, казалось, ушли в прошлое десятилетия запрета на имя ученого. Сделанное Кольцовым давно представлено в энциклопедиях. С 1970-х годов его имя носит Институт биологии развития Российской академии наук, законный преемник созданного Кольцовым учреждения*. Есть и именная кольцовская академическая премия. Но при этом, подводя научные итоги XX в., средства массовой информации биолога Кольцова просто не вспомнили. А иные продолжают путать великого ученого с его современником-журналистом, писавшим под псевдонимом «Михаил Кольцов». Так дают о себе знать застарелые метастазы лысенковщины и наше беспамятство.

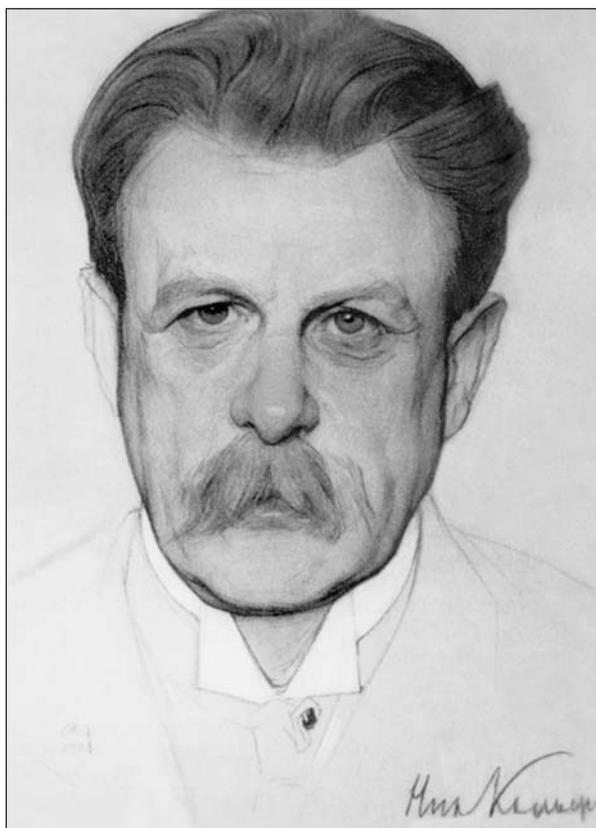
Труды Николая Константиновича Кольцова, его учеников, соратников и последователей во многом определили лицо новой биологии, науки XX в. К самым крупным личным достижениям ученого нужно отнести открытие цитоскелета (1903–1912), отвечающего за форму, сократимость и подвижность клеток. Кольцову биология обязана и созданием матричной гипотезы (1927), одной из стержневых идей естествознания XX в. Под мощным влиянием старшего коллеги его соратник С.С.Четвериков заложил основы синтетической теории эволюции (1926). В итоге слились две великие ветви наук о жизни — дарвинизм и генетика. Сотрудники и ученики Николая Константиновича стали авторами и соавторами радиационного и химического мутагенеза (явлений, предвиденных Кольцовым еще до революции), а также регуляции пола у животных (клонирования), получения новых видов животных с помощью генной инженерии и многих других открытий.

1917 — год физического рождения Института экспериментальной биологии, любимого детища Николая Константиновича. В его стенах вызреют открытия мощной кольцовской научной школы.

В ходе работы над книгой, посвященной Кольцову, мне удалось обнаружить в Кольцовском фонде Архива РАН неизвестную рукопись ученого**. Вероятно, эти записки были составле-

* Подробнее см.: Эстафета поколений. К 90-летию Института экспериментальной биологии и 40-летию Института биологии развития им.Н.К.Кольцова РАН // Природа. 2007. №10. С.3—37.

** Архив РАН. Ф.450. Оп.4. Д.1.



Портрет Н.К.Кольцова, выполненный знаменитым скульптором Н.А.Андреевым в 1922 г. в санатории Узкое. Итальянский карандаш.

Фото Е.В.Раменского

ны в конце 1921 г., в очень трудное время для страны, ее науки и создателя Института. Грустно сознавать, что политические потрясения последних лет, больно ударившие по нашей науке, вновь делают записки Кольцова вполне злободневными.

Очерк посвящен взглядам ученого на организацию науки, на одну из ее ветвей — экспериментальную биологию и, наконец, становлению учреждения, которое до наших дней называется Кольцовским институтом. В рукописи Николая Константиновича — характерная примета времени — смешение новой и старой орфографии.

Научные учреждения, подобно книгам, имеют свою судьбу. Она определяется не стенами зданий, которые занимают эти учреждения, и не бюджетами, идущими на их содержание, а основной идеей и группой научных работников, объединяющихся вокруг этой идеи. Научные идеи всегда интернациональны, но они объединяют в каждой стране свой круг работников, связанных между собой языком, воспитанием, условиями жизни. Отсюда ясно, что за немногими исключениями научные институты обычно имеют каждый свою национальную задачу: объединить работу ученых данной страны и придать ей организованный характер. При этих условиях научная работа специалистов окажется наиболее облегченной и плодотворной, и международная наука получит наибольший вклад от страны, сумевшей организовать совместную работу. И, конечно, несущественно, объединится эта работа в стенах одного и того же здания, или вокруг научного журнала, или на съездах и т.п.

Хотя научные институты оказываются таким образом национальными учреждениями, но связь их с нацией чисто бытовая, а не политическая. Пока нация не распалась, пока у нее один язык и одна культура, научные институты должны продолжать свое дело, не вмешиваясь в политическую жизнь. При всякой смене режима, при всякой политической катастрофе Институты обязаны всеми силами продолжать свою организационную работу, чтобы избежать гибельного перерыва научных исследований, который неизбежно приведет к распаду сплоченной группы и надолго остановит развитие науки в стране. Особенно ясно это в области такой науки, как биология, которая стоит над социальными и политическими течениями и может рассматривать их как объекты исследования, как явления, подчиняющиеся биологическим законам.

Отсюда практический вывод для всех ученых, ставящих своей целью организацию той или иной науки: всемерно охранять группу исследователей, объединенных вокруг той или иной научной идеи. Это и есть «учреждение», «Научный институт». Пусть меняется внешняя форма этого института, пусть он переходит из одних стен в другие, как сменяются в жизни те или иные режимы. Он должен работать при всех условиях, и его единство будет поддерживаться единством идеи и преемственностью работы.

В указанном смысле годом основания Московского научного института я считаю 1900-й год. Весной среди благословенной природы средиземноморского побережья на русской зоологической станции в Виллафранке собралась группа молодых ученых, с энтузиазмом преданных науке. Я только что сдал магистерский экзамен и заканчивал свое эмбриологическое исследование о развитии головы миноги, занимая скромную должность ассистента станции, во главе которой стоял проф. А.А.Коротнев и его заместитель

М.М.Давыдов. На станции работали несколько русских, французы, немцы. Среди последних выделялись Макс Гартман и Рихард Гольдшмидт*, тогда еще студенты, ученики О.Бючли. Я близко сошелся с последними: уже тогда чувствовалось, что из них вырабатываются настоящие ученые. Мы совместно обдумывали планы будущих работ.

Это было интересное время в истории биологической науки. Изучение клетки и ее тончайшего строения стояло на первом плане. Прежнее мнение о простоте «Простейших» было уже оставлено; был установлен жизненный цикл плазмодия малярии и развивалась научная деятельность Шаудина**. Экспериментальное направление в морфологии уже сформировалось вокруг возникшего в 1895 г. Archiv für Entwicklungsmechanik, в котором уже были напечатаны работы Ру, Дриша, Гербста. Приложение физической химии к биологии уже давало богатые результаты: Жак Лёб работал над экспериментальным партеногенезом и открыл антагонизм ионов; Гамбургер готовил издание первой сводки по физической химии клетки: Osmotischer Druck und Ionenlehre in der medizinischen Wissenschaft (1902—1904). В области проблемы происхождения видов подготавливалось воскрешение менделизма и создание мутационной теории де Фриза (1901), т.е. создание экспериментальной генетики. Молодые поколения биологов еще проходили классическую школу описательной морфологии и сравнительной анатомии, но, приступая к исследованиям, они уже видели перед собою новое широкое поле экспериментальной биологии.

Это устремление в новую область науки охватило и нас, молодых зоологов, собравшихся на Виллафранкской биологической станции. Оно вылилось в форму определенного плана: превратить Станцию в экспериментальный институт для изучения живой клетки. Мы распределили между собою ряд тем, наметили несколько биологов, которых можно было бы привлечь к разработке других тем. Станция должна была явиться для нас центром, где мы могли бы получить необходимый материал, обработать который мы могли в других учреждениях по месту службы. Наши исследования должны были публиковаться от имени Станции в издании «Экспериментальная морфология клетки».

Этот план организации своеобразного научного института экспериментальной биологии не встретил, однако, сочувствия со стороны директора Станции. Идея была для того времени еще слишком нова и, может быть, силы молодых начинающих ученых не внушали ему особого доверия. Международный институт экспериментальной биологии распался, не успевши оформиться, и молодые энтузиасты новой науки разъехались по своим странам.

* Подробнее об отношениях с Н.К.Кольцовым см.: Гольдшмидт Р. Встречи с Россией // Природа. 2007. №9. С.66.

** По-русски принято Шаудин, но в подлиннике — Schaudinn.

Однако идея, вокруг которой мы объединились, осталась руководящей идеей для всей нашей научной деятельности. Макс Гартман посвятил себя изучению той темы, которую выбрал по соглашению с нами, — изучению Protozoa. Он выдвинулся в ряд современных протистологов и теперь признанный преемник Шаудина, редактор *Archiv für Protistenkunde*. Рихард Гольдшмидт — один из выдающихся и плодовитых цитологов, основатель авторитетного журнала «*Archiv für Zellforschung*». Оба они остались верны нашей идее соединить изучение клетки с экспериментом и ныне состоят во главе соответствующих отделений единственного в Германии Института экспериментальной биологии — Kaiser-Wilhelm Institut für Biologie в Далем (Берлин); Гольдшмидт занимает должность второго директора этого высокого учреждения.

По возвращении в Москву мне пришлось уделить много времени на организацию преподавания биологии в Университете и на Высших женских курсах. Для создания Института экспериментальной биологии нужно было подготовить учеников. В своей научной работе я оставил область описательной морфологии и перешел к экспериментальной, начавши с изучения того объекта, который был выбран мною при распределении работ в Виллафранке, и выпустил серию исследований, напечатанных частью на русском, частью на немецком языке под общим заглавием «*Studien über die Gestalt der Zelle*». Единение между мною и моими товарищами по неосуществившемуся Институту экспериментальной биологии в Виллафранке осталось все же прочным. Мы внимательно следили за работами друг друга, и мне доставило большое удовлетворение исследование Р.Гольдшмидта, который в основу своего капитального труда о мускульной и нервной клетке *Ascaris* положил «Кольцовский принцип» структуры клетки. И даже во время войны, поставившей Германию и Россию во враждебные лагеря, было приятно в работах, опубликованных в это время учениками Гольдшмидта, Гартманом и его сотрудниками, встречать теплое упоминание об этом принципе и о моих позднейших исследованиях. Идея и научные деятели, объединенные ею, сохранились; сохранилось, несмотря на все испытания, и научно организованное единение.

Политические события 1905 г. прервали на время мою преподавательскую деятельность*. Часть моих старших учеников уехали за границу,

* После кровавых событий 1905 г. в Москве высшие школы были закрыты на весь семестр. «Левого» по политическим взглядам Кольцова постепенно изживали из университета. Но окончательно он покинул его в 1911 г., подав в отставку вместе с большой группой профессоров и доцентов. Это был протест против поправки университетских вольностей министром народного просвещения Л.А.Кассо. Кафедру экспериментальной зоологии в МГУ Кольцов создал в 1917 г. и руководил ею до 1930 г.

приходилось готовить новое поколение. В 1909 г. возник новый перерыв. Мне пришлось оставить Московский университет и перенести свою работу в новые учреждения, создававшиеся с еще невыясненными заданиями и с малыми средствами: Вольный университет имени А.Л.Шанявского. Можно было сомневаться, сумеет ли этот университет стать действительным научным центром или он останется исключительно просветительским заведением. Однако атмосфера, создавшаяся в Университете Шанявского, оказалась в высшей степени благоприятной, и после нескольких лет мне удалось создать научную лабораторию, уже заслуживающую названия «лаборатории экспериментальной биологии».

В 1915—1916 гг. удалось опубликовать три выпуска «Трудов» этой лаборатории. Но в это время начавшаяся война разбросала большую часть моих научных сотрудников по разным фронтам. Тем не менее, когда Российская академия наук решила организовать специальную кафедру экспериментальной биологии, и я получил от акад. В.В.Заленского лестное предложение занять эту кафедру, я не решился покинуть Москву, свою маленькую лабораторию и своих сотрудников и просил снять свою кандидатуру, и новая кафедра в Академии учреждена не была.

Москва не оставила без поддержки мое дело. Возникшее в 1911 г. Московское общество научного института в 1916 г. предложило мне взять на себя учреждение специального Института экспериментальной биологии, и в следующем году этот институт вместе с другими биологическими лабораториями (микробиологической Л.А.Тарасевича и физиологической — М.Н.Шатерникова) уже был оборудован в собственном здании (№41 по Сивцеву Вражку), где помещается и ныне**. Содержание всех учреждений Московского общества научного института было обеспечено капиталом ок. 5 миллионов рублей, собранным из частных пожертвований, преимущественно от Г.М.Маркса, и годичный бюджет Института экспериментальной биологии, не включая сумм, отпущенных на оборудование, определялся ок. 40 тысяч рублей, из которых 15 тысяч на содержание персонала и 25 тысяч на научные работы. Дальнейшее развитие Института казалось вполне обеспеченным.

После октябрьской революции 1917 г. Институт оказался без средств. Его работам пришла на помощь прежде всего Российская академия наук, которая через посредство Комиссии по исследованию естественных производительных сил России обеспечила продолжение эксперименталь-

** Сегодня Государственный научно-исследовательский институт медицинских биологических препаратов, носящий имя Л.А.Тарасевича, занимает то же здание, надстроенное в 1936 г. Современным попыткам завладеть участком, на котором расположен институт, мешают сохранившиеся документы, подтверждающие, что эта земля в центре Москвы была выкуплена Кольцовым, Тарасевичем и Шатерниковым.

ных исследований по генетике кур. Весною 1919 г. при Институте была учреждена Загородная генетическая станция близ дер. Аниково Звенигородского уезда, где и были главным образом сосредоточены опыты по скрещиванию кур и морских свинок; кроме того, такие же опыты велись на другой птицеводческой станции в имении «Слободка» Тульской губ.

Ныне эта последняя станция переведена со всем инвентарем и персоналом в Аниково, где и создана объединенная Аниковская опытная станция, которая, состоя в связи с Институтом экспериментальной биологии, содержится главным образом на средства отдела животноводства Нар. ком. земледелия.

В самом Институте работа в 1918 и 1919 гг. велась из-за недостатка средств в очень тяжелых условиях и зимою совсем приостанавливалась, помещение почти замерзло. С 1 января 1920 г. Институт перешел в ведение Нарком. здравоохранения, как составная часть Государственного научного института народного здравоохранения. Мало-помалу удалось восстановить его работу до прежних размеров. Неожиданное расширение ее и разрастание ее персонала произошло вследствие закрытия Университета Шанявского, после чего работа сотрудников биологической лаборатории У.Ш. была перенесена в стены Института экспериментальной биологии. Вместе с тем к Институту была присоединена Гидробиологическая станция, основанная в 1910 г. С.Н.Скадовским и помещающаяся в Звенигородском уезде рядом с Аниковской генетической станцией; до 1920 г. она состояла при Университете Шанявского.

Тяжелое положение другой моей лаборатории, устроенной мною в 1906 г. на Московских высших женских курсах, заставило также сосредоточить научную работу большинства сотрудников этой лаборатории в Институте экспериментальной биологии. Таким образом, к концу 1921-го почти все мои сотрудники по трем учреждениям сосредоточились в одном месте, где в настоящее время ведут научные работы 25 человек.

Можно ли, однако, считать положение Института экспериментальной биологии упроченным, я не знаю. Помещение, занимаемое Институтом, крайне тесно. Тонкие операции пересадки органов приходится производить в той же комнате, где живут оперированные животные, где готовится для них пища и где ведут свои исследования по иным научным проблемам восемь человек. Большую часть времени Институт остается без всяких денежных средств, и зимою тепло обеспечено обыкновенно лишь недели на две вперед. Но и это положение может не удержаться. Смета на 1922 г. утверждена Нар. ком. здравоохранения лишь в одной десятой части, и других средств на Инст. exper. биологии, как не стоящий в прямой связи с другими санитарно-эпидемиологическими заданиями, Н.К.З. не находит. Может быть, пред-

стоит еще раз искать новые источники содержания Института и даже менять самые стены.

Я не могу не позавидовать своим немецким товарищам М.Гартману и Р.Гольдшмидту, который пишет мне, что он в это крайне тяжелое для Германии время «пользуется самыми приятными условиями работы в Институте, который является теперь, может быть, лучшим во всем мире...». Но в уверенности, что не стены здания и не бюджет создают научные Институты, а идея и люди, я спокойно смотрю в туманное будущее.

Экспериментальная биология в специальном нынешнем значении этого слова — новая наука, почти целиком относящаяся к XX в. Она возникла совсем не тем путем, как многочисленные науки из области естествознания XVIII и XIX вв. Тогда из области естествознания обособилась естественная история, которая распалась на зоологию, ботанику и минералогию; зоология выделила из себя и сравнительную анатомию, и гистологию, и эмбриологию, и т.д. Параллельно в связи с запросами медицины развилась физиология, долгое время оставшаяся физиологией человека; запросы сельского хозяйства и развитие химии выдвинули развитие физиологии растений. И в каждой из этих областей путем дальнейшей специализации методов выделились различные дополнительные науки.

XX в. поставил новую задачу. Специализация слишком обособила друг от друга отдельные науки. Почувствовалась потребность связать их между собою. Создаются новые науки, синтезирующие. В промежуточной между химией и физикой области создается физическая химия. Ботаника и зоология снова объединяются в биологию, которая пользуется обоими основными методами морфологов и физиологов: описанием формы и экспериментом. Отсюда и название этой науки: экспериментальная биология или экспериментальная морфология. Подобно тому как физико-химии, пользуясь методами двух смежных наук, открыли новые области для научного исследования, точно также и в экспериментальной биологии, где ботаника соединилась с зоологией, морфология с физиологией, а через ее посредство с физикой, химией и физической химией, открылись совершенно новые горизонты, недоступные для прежде расчлененных наук.

Отсюда одной из первых задач Института экспериментальной биологии является не забывать о необходимости синтеза. Каждый ученый, работающий в этой области, может взять себе какую-либо специальную проблему. Но правильное и полное освещение этой проблемы возможно лишь в том случае, если он не будет выпускать из виду соседних проблем, будет пользоваться различными методами всех наук, сплетающихся в экспериментальной биологии. Изучая функцию какого-либо органа, биолог-экспериментатор никогда не должен забывать, что орган есть лишь

часть организма, и что действительным объектом его изучения является **жизнь**.

Отсюда ясно, что Институт экспериментальной биологии не может поставить себе одну какую-нибудь узкую специальную тему. В таком учреждении должны работать рядом друг с другом представители разных специальностей, работающие с разнообразными методами, и в непрерыв-

ном общении между собой они должны научиться заимствовать друг у друга возможно более.

Этим стремлением избежать узкой специализации и освещать проблемы жизни с возможно более разнообразных точек зрения объясняется и разнообразие тем научных исследований, которые поставлены в Институте экспериментальной биологии.

Комментарий

Кольцов начинает рукопись изложением своей научной триады: основная научная идея — исследователи, способные претворить ее в жизнь, — и, наконец, научная организация. Последним звеном, по Кольцову, могут быть не только научные институты, но и научные журналы, а также съезды ученых. Такую форму объединения исследователей много лет спустя назовут «незримыми коллективами».

Николай Константинович пишет о 1900 г. как годе «основания Московского научного института». Он имеет в виду появление в 1911 г. «Московского общества научного института». Из текста ясно, что Кольцов был его давним идеологом. Общество стало малой, московской академией в противовес Императорской Санкт-Петербургской академии наук. Если в столице предпочтение отдавалось гуманитарным наукам, то предприниматели в Москве согласились финансировать науки естественные. Русские «бизнесмены» хорошо ощущали свою ответственность перед обществом.

Возвращаясь к 1900 г., ученый тепло пишет о своих сверстниках, немецких биологах Максе Гартмане (Хартмане) и Рихарде Гольдшмидте. Потрясения века постоянно разводили их, но ученые до конца дней сохранили дружеские чувства.

Кольцов вспоминает, как он готовил молодых единомышленников — экспериментальных биологов в Московском университете, на Высших женских курсах и в Университете Шанявского, где ему удалось создать первую в мире (по свидетельству Н.В.Тимофеева-Ресовского) «лабораторию экспериментальной биологии». Ученый упоминает о предложении создать такую кафедру в Петербурге и о своем отказе. Он умолчал лишь, что в случае согласия автоматически становился академиком, а из-за отказа переехать в столицу был избран «только» членом-корреспондентом Императорской академии.

«Общекультурному» (по выражению Тимофеева-Ресовского) наркомоздоровоохранения Н.А.Семашко удалось «протащить через революцию» созданные в Москве институты. Но их положение, как видно из написанного Кольцовым в 1921 г., было незавидным. В своих устных рассказах Тимофеев-Ресовский красочно описал, как полуголодные энтузиасты — молодые кольцовцы экспроприировали для своего института научное и прочее оборудование. Первой на помощь Кольцовскому институту пришла Российская академия наук. Помогла ей КЕПС — Комиссия по исследованию производительных сил России. Вернадский создал КЕПС еще до революции, а после нее получил за это одобрение Ленина. В 1941 г. в записках «для себя» Вернадский высоко оценит своего скоропостижно скончавшегося коллегу Кольцова. Он знал его много лет, еще по Высшим женским курсам*.

В 1921 г. Кольцов «спокойно смотрел в туманное будущее», и его оптимизм оправдался. С наступлением НЭПа революционные «экссы» ушли в прошлое, сотрудники стали работать не за одну лишь идею — появились пайки и зарплата. А в 1925 г. Кольцовский институт обретет новые стены. Ими станет целая городская усадьба по Воронцову Полю, д.б. Разумеется, в этом заслуга и блестящего Кольцова, умевшего быть убедительным, и наркома Семашко, умевшего слышать и понимать.

Николай Константинович убедителен и в последней части своей записки. Он посвятил ее экспериментальной и физико-химической биологии. Кольцов настаивает на целостном, синтетическом подходе к изучению явлений жизни. Именно так будет поставлено дело в Кольцовском институте. Академик В.А.Энгельгардт в январе 1972 г. в своем докладе на пленарном заседании II съезда Всесоюзного общества генетиков и селекционеров им.Н.И.Вавилова отметил, что кольцовская физико-химическая биология стала предшественницей биологии молекулярной.

На избранном пути Кольцова ждут блистательные победы и мировая известность, но также зависть, непонимание и жестокие удары. В 1930 г. ему предстоит потеря созданной им в Московском университете кафедры, а в 1939 г. отлучение от любимого Института, который он сумел спасти, переведа удар на себя лично. Впереди у Кольцова таинственная смерть в декабре 1940 г., вскоре после ареста Н.И.Вавилова и допросов по его «делу». Ученый выбрал путь, хорошо известный со времен античных трагедий: человек не в состоянии победить рок, но погибая, может сохранить достоинство.

© Публикация, вступление и комментарий
Е.В.Раменского

* Раменский Е.В. Воскрешение взгляда. В.И.Вернадский о Н.К.Кольцове // Литературная газета. 2003. №36. С.14.

Биография современника **Ботаника — наука земная...**

О.А.Гомазков,

доктор биологических наук

Научно-исследовательский институт биомедицинской химии
Москва

Портрет

Аскетичный, с большой крепкой ладонью, хо-рошей точной речью преподавателя, привыкшего терпеливо и понятно объяснять. Но резкий и гневный, если дело идет о вещах кровных. Взгляд строгий, ироничный, осуждающий, смешливый, но никогда — злой. Любимая одежда — зеленая куртка с большими карманами, которую он с неохотой меняет на строгий пиджак с галстуком. Вадим Николаевич Тихомиров.

Он фантастически образован в своем деле, и дело его, его профессия — Госпожа Ботаника, наука земная и вечная. Еще студентом-четверокурсником он вел у нас, младших, практические занятия по ботанике. Он уже тогда на зубок знал огромный мир растений, как нам казалось, безнадежно сложный и запутанный. Еще он философ, в том смысле, что этот мир складывается для него в единую картину биоразнообразия. Он видит ее как систему существования жизни на планете и по хозяйски — мудро и настойчиво — озабочен целостностью этого мира, от самого крохотного стебелька до Человека, мнящего себя венцом и господином жизни на Земле.

Он проработал всю жизнь на одном месте — кафедре высших растений биофака МГУ, застав время лысенковской бесовщины, постлысенковского погорелья, переезд в новое здание на Ленинских горах, государственные оттепели и кукурузную вакханалию, полет Юрия Гагарина в космос. Стал свидетелем и участником яростного противостояния студентов факультетским партократам. Назначенный директором университетского Ботсада и спасая его от подонков, получил нож под ребра. Возглавил еще и кафедру в своей Альма Матер (которую ему передал учитель, совсем не старый человек), его избрали в Большую Академию и вице-президентом знаменитого МОИП (Московского общества испытателей природы). Еще до лихолетья перестройки он посетил Италию, Францию, Швейцарию, Португалию в качестве государственного эксперта по охране флоры и фауны. Но сердце свое он отдавал летним экспедициям в средней полосе России, в Мещере и Мордовии, где обучал студентов и составлял систематические справочники по

флористике. Воспитанный на принципах дела, добра и порядочности, в 90-х годах он оказался перед лицом всеобщего раздора, государственной катастрофы, в которой впервые ощутил себя бесильным и малозначимым.

За год до его смерти я, наконец, сподобился попроситься на беседу «под диктофон». По совести, уже имея репутацию «пишущего человека», я побаивался, что разговор не получится. Отодвинул он микрофон и отрежет меня жестом, похожим на его ладонь, — коротко и бесповоротно. Но однажды вечером — то было в январе 1996 года — он-таки пригласил на кафедру, и мы заперли дверь от посторонних вторжений. Он предложил кружку чая, а сам курил непрестанно, что с безжалостностью фиксировала магнитофонная лента; закашлялся пару раз — долго и надсадно — до вздутых жил на горле. Рак уже тлел в его легких, временами он ложился в больницу и сбегал. Разговаривали подробно и сухо, и это был, как мне показалось, уже не тот Вадим сорокалетней давности, страстный и заинтересованный. Уже десять лет шла пресловутая перестройка. Была горечь и ощущение поворота, в который он не вписывался, было осознание собственной огромной правоты, которая уже мало кого трогала...

Изначально думалось назвать этот очерк «Хранитель сада»: Вадим Николаевич Тихомиров двадцать лет заведовал Ботсадом МГУ, сумел спасти и сохранить его как научную, учебную и культурную единицу. Но постепенно понял, что от моей заданности — «природа есть сад» — веет мичуринизмом, против которого вольно или невольно он выступает. Разговор повернулся по-иному. Мой коллега и друг оказался на редкость цельным в своем мировоззрении человеком, нестандартным с точки зрения технократизированной современности...

С чего начинается профессия?

О. То, что мы начинаем с детства — это ясно. Наше поколение вышло из военного детства. Но вот с чего начался БОТАНИК Тихомиров?

В. Случилось так, что я много времени проводил вне Москвы: опушка леса, недостроенная дача между Быковым и Ильинкой. Так получилось, что

я лишен был общества одногодков, все дворовые приятели оставались в Москве, и я в одиночку шастал по окрестностям... Никаких наставников, старших дядей, «лесничих» не было... Ну, конечно, мама называла — это гвоздика, это лютик. И я визуально запомнил очень много растений, но «опознание» пришло потом.

В школе было смешно заговаривать о такой профессии: весь класс ориентирован на технику, гуманитариев у нас почти не было. Но школу я кончил с золотой медалью — иди куда хочешь, и в этот момент совершенно не представлял, куда... Главным соображением было — где нет математики. Вместе с одноклассником пошел посмотреть на биологический факультет. И это сразу определило мой выбор. В первый же день понял, что другой жизни быть не может.

Огромный вестибюль Зоомузея на Моховой, Большая ботаническая аудитория, сам Зоомузей, где проходили занятия по политдисциплинам и языку, когда я увидел весь этот антураж, решение пришло сразу. А дальше было непросто. Видимо, я один из немногих так называемых натуралистов. Их сейчас практически не осталось. Зоологи не знают растений; ботаники из рук вон плохо знают животных. А меня интересовала ПРИРОДА. Конечно, я сначала мыслил себя зоологом, тем более, что пристрастился к охоте: ружье за плечами, резиновые сапоги, бинокль, и пошел чапать. Но постепенно уразумел, что животных в общем хорошо знаю, и этот мир мне казался легко узнаваемым. А с растениями — без специальной выучки не обойтись. И с большим почтением относился ко всему, что сопутствовало ботанике — почвоведению, геологии и проч.

О. Ты придерживаешься такого мнения, что зоология, скажем, беспозвоночных — более простая, элементарная наука, нежели, скажем, ботаника, флористика?

В. Я не делю науки на простые и сложные — они все сложны. Но они изучают разные уровни, и этим определяется сложность изучаемых явлений. Самая элементарная из биологических наук — молекулярная биология (не поднимай брови), потому что она изучает относительно простые взаимодействия большого, но ограниченно числа химических веществ. А цитология, например, включает явления более сложные — не просто взаимодействие «пробирочных» веществ, а веществ, уже включенных в СИСТЕМУ организма. И чем дальше, тем больше... Когда выходишь на уровень таксономический, ценотический, пошла другая история. Здесь сравнение с океаном не получается — не в количестве дело. Вообще говоря, в биологии есть два генеральных пути обобщения. Один — систематика, обобщение всего, что мы знаем об упорядочивании, то, что сейчас называют биоразнообразием. В конце концов, это — реконструкция хода живой материи. А второй — ценотический путь синтеза: изучение взаимоот-



На летней практике. Чашниково. 1953 г.

ношений организмов на фоне окружающей среды, в сообществе и т.д.

Я нередко читаю вступительную лекцию всему первому курсу, которую называю «Биологическое разнообразие; экология и систематика». И всегда толкую студентам: вот укоренилось порочное деление наук на «старые» и «новые». «Старые» — ну, что-то отживающее; это бы ладно, но рядом подразумевается: «экспериментальные науки — это ура! Точки роста в биологии! А опис-ательные...» И я стараюсь объяснять первокурсникам, что любые точки роста могут развиваться только на здоровом теле, на здоровом стволе фундамента.

«Ботаника — архаическая наука?»

О. В журнале «Знание — Сила» вышла некогда твоя статья, которая называлась вопросительно: «Ботаника — архаическая наука?» Что ты имеешь в виду такой постановкой вопроса?

В. Сейчас мы все более ощущаем, что развитие цивилизации пошло по порочному пути, по сугубо технократическому направлению. И в угоду тому приносится в жертву, в первую очередь, природа. Когда сейчас поют дифирамбы так на-



В экспедиции в Мордовии. 1989 г.
Слева направо: Г.П.Гапочка,
аспиранты Т.Силаева, В.Н.Тихомиров.

зывается «развитым странам» и как там хорошо с природой — это все вздор, поскольку благосостояние развитых стран основано на том, что кому-то плохо: тем самым «недоразвитым», продукция из которых идет на стол или в карман «передовым». Главное, что следует обществу осознать на деле (а не словах), что ресурсы Земли очень и очень ограничены. Самими благими пожеланиями нельзя сделать так, чтобы всем по этим так называемым «потребностям» хватило. Нужно различать ПОТРЕБНОСТИ и ПРИХОТИ. И даже если мы разложим имеющиеся ресурсные возможности всем людям поровну, их не хватит. Поэтому хотим или нет — нужно искать новые источники. От чего зависит существование всего живого на Земле? От зеленых растений, от автотрофов. Именно они — посредники между живым и неживым на планете. В этом смысле — ботаника наука будущего.

О. Но у всех сейчас на устах магическое слово «экология»...

В. Экология изучает взаимоотношения между компонентами экосистем. Что определяет устойчивость экосистем и способность к самовоспроизводству, к репродукции? Их генетическое богатство — то, что называют БИОРАЗНООБРАЗИЕМ. А что, в свою очередь, определяет это биоразнообразие? Опять-таки — растительный покров. Это каркас всего сущего на Земле, и в то же время — мощный энергетический блок, потому что, трансформируя энергию Солнца, он дает жизнь. Об этом совершенно не думают, а раздувают атомную энергетику, балансируя на краю.

Из чего развились фундаментальные науки? Нас всегда учили — из практических потребностей. Ничего подобного! Из нормальной человеческой любознательности! Человек смотрел на небо просто так: мать честная, сколько звезд-та! Потом заметил, что они располагаются как-то законо-

мерно, еще интересней стало, а потом научился находить Полярную звезду или Южный Крест, и это приобрело известный практический смысл. А дальше...

Мы настолько плохо знаем растительный мир, что перед нами все еще стоят ПЕРВЫЕ задачи.

О. Какие же?

В. Ну, в первую голову — инвентаризационные. Сколько видов растений на Земле? Не знаю. Никто не знает. Ну, примерно вместе с грибами считают полмиллиона. Но это очень приблизительно.

О. А в России, где «широка страна моя»?

В. По России в ее современных административных границах никогда не было общей флористической сводки. Сейчас речь идет только о ее создании. Сводки по СССР — да, а по России нет. Но флора СССР — это шесть с половиной тысяч видов Средней Азии, пять тысяч на Кавказе, очень много видов на Украине, особенно в западных районах, в Карпатах. Вот в Прибалтике не густо.

О. А вся наша тайга?

В. Сейчас создалась парадоксальная ситуация, когда отдаленные районы — Сибирь, тот же Кавказ — изучены гораздо лучше, чем центральная Россия. Та, в которой мы в основном живем и работаем. И этому есть объяснение. Российская империя, решая задачу колонизации, занималась исследованием отделенных районов: как их можно заселить, что там можно делать, что с них можно взять, какие полезные ископаемые, наконец, что там растет. И работали экспедиции, академические в том числе, переселенческого управления, и научные центры — Петербург, Казань, Москва, Томск, Киев, Тарту.

А у нас? Ну, конечно, Московская область изучена хорошо, но она единственная и резко выделяется среди остальных центральных районов. А в Смоленской области никогда не было ни од-

ной сводки и ни одного человека, который бы хорошо знал растения. Мы все говорим: ах, мониторинг, ах, охрана! — ну, некому это делать! И таких крупных регионов много. Существующие ныне центры всё охватить не могут. Я целенаправленно занимаюсь Центральной Россией, и помирать стану, а буду считать, что одним из главных моих достижений в науке то, что сумел пробудить от летаргии местные кадры. У людей крылья вырастают. Сейчас под моим руководством трудится огромная армия.

Земля тревоги нашей...

Готовясь к разговору с В.Н.Тихомировым, я пролистал журнал «Зеленый крест», наполненный кричащими болью заголовками. Есть там и его статья «Начало конца». Страстная публицистика и стиль хорошего журналиста. Вот кусочки из нее:

«Жизнь не оставляет нам альтернатив. Экологическая катастрофа стала реальностью близкого будущего. Вероятно, пока ее еще предотвратить можно, но для этого требуются сверхусилия.

Один из очевидных минусов заключается в том, что повсеместно утвердился и все более усиливается примитивный технократический подход к проблемам экологии и охраны среды. <...> Воспитанные в технократическом духе руководители упрощают проблему и зачастую сводят ее лишь к изменению и совершенствованию технологий очистных сооружений.

Самое трудное — сохранить живое население Земли, БИОТУ и прежде всего — основное ее работающее звено, растительный покров. Это звено принципиально незаменимо».

О. *По поводу охраны природы. Нет ли такого впечатления, что мы идем все время в погоню за ускоряющимся прогрессом, что «их» надо хватать за руки, а руки у них становятся все более мощными. Таким образом: первое — не представляется ли работа экологов, и твоя в частности, гонкой за ушедшим поездом? И второе, быть может, нужны другие способы разбуживания, предупреждения об опасности?*

В. Все идет по поговорке «Пока гром не грянет, мужик не перекрестится». Чернобыль грянул — но никто до сих пор не крестится. Арал — тоже никто не крестился. И такие зоны экологических катастроф повсеместно. Вся страна становится зоной большого экологического бедствия. Сейчас считается, что Москве не хватает воды. Это неверно, потому что вполне хватило, если бы водопровод эксплуатировался нормально: краны, утечки. Если поставить счетчики и платить за воду и поливать улицы не питьевой водой, а отработанной, технической — воды вполне хватило бы. Рассматривается проект забора из глубинных горизонтов Окской долины. Это будет означать рез-

кое изменение экологической ситуации во всем бассейне Оки; река станет мелеть, и последствия могут оказаться совершенно катастрофическими. Некоторые геологи говорят, что Москва вообще может оказаться в сейсмоопасной зоне. Я не знаю, насколько это так, но образование больших каверн вместо пустот, пока заполненных водой, очень опасно.

Но главное, нужно, уж совсем очевидно, переосмысливание морально-этических норм отношения к природе, отходу от грубо антропоцентрической идеологии: «Все в человеке, все для человека!», когда мы упорно говорим только о человеке, только о своих интересах, только о собственном выживании. Человек присвоил себе право распоряжаться судьбой планеты и всего сущего на ней в собственных, в общем-то эгоистических интересах.

Вовсе не нужно проливать крокодиловы слезы, срезая для букета садовые георгины или представляя себе, что сегодняшний кусок мяса вчера был молодым бычком. Здесь не место нелепости или лицемерию: нужен переход к правильному пониманию своего места в природе, к сознательному самоограничению, к биоцентрическому взгляду на существование всего на Земле. Это единственная, как модно сейчас говорить, парадигма, которая может принести спасение.

О. *Но к этому человечество или сильные мира сего никогда не придут от сознания; если придут, то от нужды, от какого-то грома, который заставит креститься.*

В. С одной стороны, гром гремит, с другой — масса людей в мире пытается что-то делать. Мы в этом отношении страна страшно отсталая, но какие-то шаги, успехи есть, хотя разрушение природы опережает все, что делается для ее сохранения. И усилия не напрасны: кое-что удастся остановить, кое-что ограничить, заставить переделать, перепланировать... Но повторяю, законы, которые регламентируют жизнь общества и определяют права человека, должны быть дополнены признанием прав дикой природы. Не признав этого, мы вряд ли сумеем сохранить природу Земли, а значит, проиграем историю собственного выживания.

О. *Итак, линии борьбы за природу: первое, охранять, «не пущать», так сказать, как это происходит в северных странах; второе, пытаться восстанавливать, рекультивировать. Но, тем не менее, все время тревожит мысль: мы отстаем от так называемого прогресса...*

В. Конечно, отстаем... Но, ты знаешь, все эти европейские государства совсем невелики. И естественной природы у них осталось всего ничего, в горах и небольших лесах.

О. *С этой точки зрения наша «немая Россия» — уникальное явление? Потому что, несмотря на нашу столь же «уникальную» промышленность, есть огромные зоны, которые уцелели в нативном виде.*



Заведующий кафедрой высших растений в своем кабинете. 90-е годы.

В. ...и которые имеют колоссальное общепланетарное значение. У нас сохраняются огромные возможности, огромный баланс, который нарабатывает экосистема. Кроме всего прочего, несмотря ни на что, сохраняется система заповедников, какой нет ни в одной стране. Эта система пережила очень тяжелую историю, но, тем не менее, пока не разрушена. Заповедники, территории, которые по идее навечно изымаются из хозяйственного оборота, сохраняются такими, какими они были столетия назад. Такого нет нигде. В большинстве стран существует система национальных или природных парков, куда публику пускают. Это требует хорошей организации, устройства, как модно теперь говорить. Одна из задач для нас — создание таких национальных парков, чтобы публика не тянулась в заповедники, и вместе с тем удовлетворяла тягу к природе.

Скажем, в Прибалтике много национальных парков, в пределах которых расположены поселки, даже отдельные города, но есть зоны абсолютного покоя, есть экологические маршруты, все разумно организовано — сочетание хозяйственной и экскурсионно-познавательной деятельности, даже развлекательной.

О. И все-таки, быть может, «сваливание» цивилизации в сторону «сделанности» — процесс неостановимый. Вон вся Европа, Япония — рукотворные, по сути, страны с искусственной флорой, процветают. Красиво. Может, мы с тобой выглядим ретроgrадами?

В. Надо исходить из реальности. В нашей стране этот процесс вполне регулируемый. Вся территория должна распаться на две части: од-

на хозяйственная, а другая — та, которая не подвергается хозяйственному прессу. И в России такая возможность есть. В Европе резко снижена общая биологическая продукция экосистем. Парк, газон, ухоженные поля — это не естественный лес, они меньше работают на биосферу.

Преподаватель

О. Есть член-корр. и вице-президент В.Н.Тихомиров, есть профессор и зав. кафедрой, но есть просто Преподаватель (учитель, наставник) Вадим Николаевич. Так?

В. Для меня сыграло большую роль то, что я очень рано приступил к преподавательской деятельности. Это, пожалуй, беспрецедентный случай. Работа исключительно важная и, вероятно, она соответствовала характеру: мне недостаточно самому что-то увидеть, мне хочется поделиться. Наибольшую радость я получаю, когда такое случается.

О. У нас понятие Преподавателя было культивировано. Зав. кафедрой академик Курсанов — это было что-то запредельное. Мою группу вели Даниил Александрович Транковский, Татьяна Петровна Сизова, Кирилл Александрович Воскресенский, Николай Николаевич Каден... Это были Преподаватели. Звание особенное. От них веяло подчеркнутой уважением к студентам и, как нам представлялось, наследием университетского духа XIX века.

В. Да. Они были, как правило, доцентами или ассистентами. Но сейчас, к сожалению, многое поменялось, многие халтурят.

О. Что, обесценилось имя Преподавателя, звания как особой единицы биологического воспитания?

В. Да, жизнь потащила. Люди оглядываются на степени, на положение, на деньги, которые можно получить, а преподавательское амплуа сейчас ничего особенного не сулит.

«Погорелье»

О. В студенческие годы ты застал на биофаке время «лысенковщины», ее рассвета и последующего «погорелья».

В. Самый махровый период после сессии 1948 г. Большинство из нас со школьной скамьи было убеждено, что Лысенко, Мичурин, курс дарвинизма — глубочайшие истины. Материалы Сессии ВАСХНИЛ нам преподнесли в почтительном пересказе, и многое воспринималось как высокая наука. Но постепенно в разговорах, в спорах, зарождались сомнения. Когда тебе талдычат глупости и догмы — оно само по себе вызывает протест... Я был довольно быстро зачислен в ряды антилысенковцев, приобрел статус «кромольника» и чу-



На ученом совете биофака. Слева направо: Т.П.Сизова, К.Н.Благосклонов, В.Б.Полянский, Г.П.Гапочка, В.Н.Тихомиров и гости биофака.

дом остался в МГУ... Прозрение складывалось из многого: и сам Лысенко, фигура совершенно неинтеллигентная, говорящий заведомый вздор, и Презент, тогдашний декан — мерзкая личность во всех отношениях. Оказывается, и к заповедному делу он приложился. Я не знал об этом раньше: он был умен и хитер, интриган и главный советник Лысенко.

Конечно, «мэтры» в открытую говорить с нами на тему «Лысенко» остерегались, но все было видно. И это отношение уважаемых людей, и статьи, которые стали потихоньку появляться в «Бюллетене МОИП» (1952—1953), — все ложилось на почву нашей неудовлетворенности.

Директор ботсада

Когда строилось здание МГУ на Воробьевых горах, большая территория была отведена под ботанический сад — собрание редких растений, диких и культурных. Натуральная практика под боком для студентов и место образовательного приобщения любителям флоры. Однако постепенно ботсад превращался в воровскую богадельню, и 35-летнему Тихомирову предложили навести там порядок. Нужны была его воля, бескомпромиссность, любовь к растительному миру.

О. Давай поговорим о твоей деятельности в должности директора университетского бот-

сада, которая продолжалась двадцать лет и когда ты получил нож под ребро. Было такое?

В. Мне сказали: «надо». Иди, берись. Надо ботсад вытаскивать. Сказал один из наших факультетских корифеев ботаники Константин Игнатьевич Мейер, и я пошел.

О. Но эта работа не приносила тебе радости?

В. Нет, приносила. Много огорчений и более того, что не могло не сказаться на творческой, научной работе. Но я старался превратить ботсад в научное учреждение, что в конце концов и удалось. Во-вторых, там процветало воровство, хорошо законспирированное. Я был довольно неопытен, но в конце-концов мы вывели кого надо на чистую воду и ликвидировали. Это в целом была хорошая школа общения с людьми — от безграмотных бабушек, которые не умели фамилию написать, до высококвалифицированных ботаников.

О. Сегодня Саду плохо? Это ведь дотационное учреждение, коммерческого выхода с него нет и быть не может?

В. Сад требует постоянного ухода. Ты знаешь, создать Сад довольно легко, а вот поддерживать его — сложно и дорого.

Запомните эту мысль! Я помню, в каком состоянии пребывают старинные сады в Японии — в Окаяма, или обычные городские парки в Берлине (Бух, Панков), в Прибалтике. Потому «старина» у них никогда ветхой до нашей неприличности не бывает...



С семьей. Слева направо: В.Н.Тихомиров, сын Сергей, жена Татьяна и ее мать Ольга Николаевна.

Ботаника — наука красивая?

О. Я все время хожу вокруг темы эстетичности биологического мира. Соотношение эстетичности и целесообразности в биологии. Красота растений, тропических особенно. Она что, эволюционно так развилась? Или это наше человеческое восприятие? У меня давнее ощущение, что все это подозрительно красиво устроено, не покидает ощущение чьей-то рукотворности.

В. Много бывает «излишеств», которые не объяснишь целесообразностью. Например, рудиментарные структуры, которые придают красоту, но утратили свои функции. Думаю, лобового ответа здесь нет. Каждый ведь и красоту воспринимает по-своему. Даже в цветах я люблю то или другое. Лес — одному подавай сухой сосняк, а другому дубраву с желтой листвой или березовую рощу...

О. Культура цветов, букета, венка в истории, в эстетике сыграла огромную роль. В конечном счете человек использовал красоту — логичность формы, структуры и цвета, которые создала сама природа. Это только сейчас кутюрье начинают имитировать что-то «природное».

Мысль, которая терзала меня всегда: целесообразное или «возделанное»?

В. Я не возьмусь на него ответить. Человек многое от природы взял; в частности, в понимании красоты природы. Дальше всех пошли японцы со своим очень своеобразным взглядом на жизнь, равного которому нет. Растительные образы пронизывают всё: эпос, религию, все культы. Не мог человек не оценить цветка лотоса, и потому Будда рождается из лотоса. Очень многое процарилось в архитектуре: колонна — это ствол пальмы, капитель — корона, не так ли? Музыка много заимствовала из растительного мира.

О. Как? Это для меня новость. Семь нот — семь цветов радуги? Или гармония звуков аналогична гармонии цвета и формы?

В. Нет. Вряд ли. Здесь я не компетентен. Пожалуй, больше на уровне какого-то глубинного ощущения, не более.

О. А ты забыл тот изумительный вечер с Людмой Гапочкой? «Букет песен и романсов о цветах?».

Вадим Николаевич прячет улыбку. Конечно, не забыл: Людмила Гапочка, наша однокурсница, солистка университетского хора, обладательница великолепного профессионального сопрано, пела тогда в ДК МГУ «Сирень» Рахманинова, «Лотос» Шумана, «Весенние фиалки» Штрауса и другое. Вадим Николаевич был ведущим концерта, предваряя каждое исполнение кратким «ботаническим» пояснением или стихотворной строчкой. И уже тогда я догадывался о том, что будет в конце этого очерка.

О. А эстетически воспитанный человек — он богаче, он интеллектуально прочнее?

В. Думаю, что да. Но он более уязвим, ведь эстетическое чувство очень хрупко.

Звезды на ботаническом небе

Степень вклада ученого в науку принято определять количеством публикаций, хоть это не самый достоверный показатель. С 1954 г. (года окончания МГУ) у В.Н.Тихомирова насчиталось более 500 единиц: статей, рецензий, определителей растений, списков гербариев, новых таксонов (порядкорасположения) цветковых растений, им впервые описанных, а еще публикации в газетах, журналах, выступления по радио и на телевидении.

О. Я тут обнаружил два растения, названные твоим именем: *Paraligusticum V.Tichomirov gen.nov* и *Albemilla sukaczewii V.Tichomirov*. Как это получилось и что за растения?

В. Среди ботаников это обычное дело. Одно — мак, растущий на Северном Кавказе, один из сорных маков. А второе зонтичное — дудник, из Монголии.

Он открывает огромную папку и показывает гербарные образцы. Зонтичные — от садово-

го укропа до легендарной цикуты, соком которой был отравлен Сократ, и трехметрового борщевика Сосновского, растущего в Подмоскowie. Все это — его большая многолетняя привязанность. Главный «объект», на котором он защищал и кандидатскую и докторскую диссертации. Он аккуратно закрывает папку и ставит в стеллаж:

В. У нас здесь — самый старый гербарий XVII века. Все они сохраняются. При грамотном хранении могут храниться долго.

«Если вдруг умирать выйдет очередь мне...»

Но в конце беседы с Тихомировым ждало еще одно удивление. Он достал из стола небольшую книжечку — салатная обложка и тени колокольчиков — сборник его стихов «Звенящие ландыши» и, не вынимая папиросы из рта, написал кратенькое посвящение. Я открыл первые странички и прочитал:

Опять комары и холодные росы,
И крик кулика на песчаной косе,
И снова бежит и бежит под колеса
Шершавой асфальтовой лентой шоссе.
Мелькают один за другим километры,
Уносятся вдаль верстовые столбы
И наших дорог охраняют приметы —
Как память. Как годы. Как вехи судьбы.

Я пролистал еще несколько страничек и вновь замер: речь шла о клевере:

Он соткан из рос, из жужжания шмелей,
Настоян на солнце и грозах,
На шорохах леса, на песнях полей,
На светлых мальчишеских грезях.

Книжку предваряло предисловие Вадима Федорова, нашего собрата по биофаку, человека разносторонней одаренности, ученого-гидробиолога, писателя, поэта:

«По-видимому, общение с природой, ее естественном как-то незаметно, неувлимо подвигает биологов к поэзии, литературному творчеству, в котором есть потребность, даже жажда, оставшись наедине со своей основной, любимой профессией, переключать в область, которая будоражит и подталкивает высказать то, что живет рядом с тобой. И тогда возникает потребность общения с друзьями на совсем другом языке, на языке сердца, имя которого

му поэзия души, без которой, наверное, нет и не может быть большого состоявшегося ученого. Уверен, что это так, потому что нет и не может быть раздвоения личности, если она — ЛИЧНОСТЬ».

Многие годы В.Н.Тихомиров провел со студентами на практике. В жару, в дожди, в штормовке и сапогах, с едой походного быта. И снова возвращаясь сюда, тоскуя в городе по этим местам.

Дожди далеко стороною
Прошли, не ослабив жары.
И марево душного зноя
Сковало леса Мещеры.
Поля пожелтевшего хлеба,
Деревья в песчаной пыли,
И жадно в иссохшее небо
Колодцев глядят журавли.

Это было что-то из почти забытой русской поэтической классики. И мои старания в нашем разговоре на тему «ботаника-эстетика» сразу оказались никчемными.

А за далью пшеницы зреющей,
Вся от мела белым-бела,
Посреди солонцов седеющих
Волоконовка залегла:
Беловойлочными полянами
Каждой горки украшен лоб,
Ароматами темно-синими
Изошел меловой иссоп.
Пыль струится под конским стременем
От растрескавшейся земли
И иссушены ветром времени
Седоусые ковыли.

Так незатейливо и по-русски просто любит-ся он Мещерой, которую в замечательной прозе воспевали и Константин Паустовский, и Юрий Нагибин. Или вот еще:

Улетели стрижи. В пойме дремлют стога.
Очень поздними стали рассветы.
Разукрасился лес, и дымятся луга
Паутинками бабьего лета.

Он был ученый. Ботаник. Знаток и хранитель Природы. Преподаватель. Вице-академик и Вице-Президент. А еще, оказывается, лирик и потаенный мушкетер:

Нам лесов хмельная брага
С детства головы пьянит,
И отточенная шпага
На боку у нас звенит.

Новости науки

Организация науки. Астрономия

Премии Американского астрономического общества — российским астрофизикам

Американское астрономическое общество¹ объявило о присуждении премии им. Генри Норриса Рассела² за 2008 г. профессору Рашиду Алиевичу Сюняеву. Эта премия как высшая награда Американского астрономического общества служит признанием выдающихся заслуг ученого в области астрономических исследований.

Р.А.Сюняев — академик РАН, главный научный сотрудник Ин-

¹ Эта крупнейшая национальная организация профессиональных астрономов была создана в 1899 г. для развития астрономии и смежных с ней отраслей наук и в настоящее время объединяет более 65 тыс. специалистов в области астрономии и астрофизики, а также физики, математики, геологии, машиностроения и других дисциплин, так или иначе связанных с современной астрономией. Для стимулирования исследований и поощрения выдающихся достижений в области астрономии и астрофизики обществом, а также пятью его отделениями (планетных исследований, динамической астрономии, астрофизики высоких энергий, истории астрономии, солнечной физики) учреждено несколько наград.

² Присуждаемая с 1946 г. одному человеку в год, эта премия получила название в честь ее первого лауреата — астронома Генри Норриса Рассела, который в 1910 г. совместно с Эйнарсом Герцшпрунгом разработал ставшую классической диаграмму, связывающую цвет звезд с их светимостью. Ее лауреатами стали многие знаменитые астрофизики, в том числе лауреаты Нобелевской премии Субраманьян Чандрасекар (1949), Энрико Ферми (1953), Уильям Фаулер (1963), Риккардо Джаккони (1981), Чарльз Таунс (1998). В этом году она впервые присуждена ученому из России.

ститута космических исследований РАН, а также избранный директор Института астрофизики Общества им.Макса Планка (Германия). Он возглавляет крупнейшую в России научную школу по проблемам астрофизики высоких энергий и продолжает заниматься вопросами физики космологической рекомбинации — процесса, который происходил во Вселенной на первых стадиях ее развития (через 400 тыс. лет с момента образования) и во многом определил ход формирования галактик. Его исследования в области реликтового излучения и космологии стали ключом для понимания эволюции и современной структуры Вселенной³.

Сюняев руководил международными рентгеновскими обсерваториями «Рентген» (на модуле «Квант» орбитальной станции «Мир») и «Гранат», а сейчас возглавляет международную рентгеновскую обсерваторию «Интеграл» (с российской стороны).

Сегодня Сюняев, получивший премию им.Рассела за 2008 г., Золотую медаль Королевского астрономического общества Великобритании в 1995 г. и Золотую медаль им.Катерин Вольф Брюс Тихоокеанского астрономического общества США в 2000 г., стал обладателем всех этих трех наиболее престижных знаков отличия в области астрономии и астрофизики.

Одновременно с присуждением премии им.Генри Норриса Рассела Американское астрономическое общество (Отделение астрофизики высоких энергий) объявило о присуждении премии им.Бру-

³ Подробнее о работах ученого см.: Премия Краффорда — Р.А.Сюняеву // Природа. 2008. №4. С.78—79.

но Росси⁴ за 2008 г. двум российским астрофизикам — Алексею Александровичу Вихлинину и Максиму Леонидовичу Маркевичу, сотрудникам Института космических исследований РАН и Гарвард-Смитсоновского астрофизического центра (США). Вместе с Патриком Генри (Институт астрономии Гавайского университета, США) и Стивеном Алленом (Станфордский университет, США) они получили эту премию за «значительный вклад в астрофизику высоких энергий», работы по использованию данных о скоплениях галактик в целях определения параметров Вселенной.

Свою научную карьеру Вихлинин и Маркевич начинали студентами и аспирантами Московского физико-технического института под руководством Р.А.Сюняева и тогда молодых докторов наук М.Р.Гильфанова и Е.М.Чуразова. Сегодня Вихлинин и Маркевич в своих исследованиях используют данные наблюдений скопления галактик в рентгеновском диапазоне (полученные, в частности, с обсерваторий «ROSAT» и «CHANDRA»); эти сведения необходимы, в частности, для определения свойств темной материи и темной энергии.

Необычайно красивым результатом этих работ стала наглядная демонстрация того, что темная материя, вносящая более 80% в массу скопления галактик, ведет себя почти как невзаимодейст-

⁴ Премия им.Бруно Росси названа в честь профессора Массачусетского технологического института, выдающегося специалиста в области космических лучей; присуждается отделением астрофизики высоких энергий Американского астрономического общества ежегодно, внимание при этом уделяется прежде всего недавним оригинальным работам.

вующая среда. Наблюдения в рентгеновском и оптическом диапазонах двух сливающихся скоплений показали, что галактики и темная материя свободно «пролетают» друг сквозь друга, тогда как потоки газа, состоящего из привычных нам протонов и электронов, тормозятся и образуют огромное облако горячей плазмы между скоплениями.

Другим важным результатом Вихлинина и Маркевича стало точное измерение масс скоплений, расположенных на гигантских (~10²³ км) расстояниях от Земли, и подсчет числа скоплений разной массы как в ближайшей к нам окрестности, так и в более «молодой» Вселенной. Эти характеристики чрезвычайно существенны для выяснения свойств темной энергии, которая, как предполагается, определяет темп расширения Вселенной. Эта работа наглядно продемонстрировала огромный потенциал использования рентгеновских наблюдений для «прецизионной» космологии — измерения космологических параметров Вселенной с точностью до нескольких процентов.

Лауреаты названных премий получают приглашение прочитать лекции, посвященные проблемам современной астрономии на специальных собраниях, которые назначает комитет по присуждению премии.

© Закутняя О.В.
Москва

Астрофизика

Звезда в облаке пыли

Один из наиболее примечательных классов переменных звезд назван по обозначению их прототипа звездами типа R Северной Короны. Это неправильные переменные звезды-гиганты, размеры которых превышают размеры Солнца в десятки раз. Иногда яркость переменной звезды типа R Северной Короны в течение трех-четырёх недель падает в тысячи раз, а затем медленно возвращается к прежнему уровню.

Уже несколько десятилетий назад было предложено объяснение переменной яркости этих объектов, связывающее быстрое падение яркости звезды с выбросом из нее грандиозного пылевого облака.

Точнее, звезда время от времени сбрасывает с себя внешние слои атмосферы, а затем температура сброшенного вещества падает настолько, что в нем становится возможной конденсация графитовых пылевых частиц. Возникающая пылевая завеса блокирует свет звезды, а затем она медленно рассеивается в пространстве.

Астрономы из Франции и Бразилии с помощью интерферометра VLTI (Very Large Telescope Interferometer) Европейской южной обсерватории доказали справедливость этой модели. Объектом их наблюдений стала звезда RY Стрельца — ярчайший представитель звезд типа R Северной Короны в Южном полушарии. В 2004 г. П. де Лаверни и Д.Мекарниа (P. de Laverny, D.Mékarinia; Европейская южная обсерватория), работая на телескопе VLT, установили, что вблизи звезды RY Стрельца действительно есть пылевые облака, но тогда еще не было ясно, достаточно ли эти облака близки к звезде, чтобы затмевать ее.

Интерферометрические наблюдения позволили астрономам детально исследовать ближайшие окрестности светила — всего в пределах 110 а.е. Помимо обширной газовой оболочки они действительно нашли примерно в 30 а.е. от RY Стрельца долгожданное пылевое облако. Теперь астрономы планируют вести мониторинг звезды в надежде получить детальную информацию непосредственно о моменте начала затмения.

Astronomy and Astrophysics. 2007. V.466. P.L1–L4 (Международный журнал).

Космические исследования

Завершается миссия «Ulysses»

Межпланетный зонд «Ulysses», совместный проект Европейского космического агентства (ESA)

и NASA, был запущен в 1990 г. Основной целью экспедиции было изучение тех областей Солнца, которые очень плохо видны с Земли, — его полюсов. Изначально предполагалось, что аппарат проработает пять лет, однако он проработал существенно дольше — более 17 лет.

Вопрос о прекращении полета по финансовым соображениям поднимался уже неоднократно, но всякий раз его организаторам удавалось находить необходимые средства. Теперь финансы уже не помогут. «Ulysses» обращается вокруг Солнца по вытянутой орбите с периодом около шести лет, афелий которой находится в области орбиты Юпитера. На таком большом расстоянии аппарат сильно остывает и нуждается в дополнительном обогреве, чтобы сохранить работоспособность.

Источником энергии для обогревателей, а также для научного и коммуникационного оборудования служит плутониевая «батарея», которая начинает постепенно иссякать. В течение ближайших нескольких месяцев температура отдельных частей аппарата опустится ниже критической отметки 2°C, при которой замерзает топливо — гидразин. Пытаясь спасти аппарат от переохлаждения, инженеры проекта в январе сего года отключили главный передатчик «Ulysses», чтобы направить высвободившиеся 60 Вт на обогреватели. Увы, по завершении эксперимента переключить питание обратно на передатчик уже не удалось, в результате чего аппарат утратил способность передавать на Землю научные данные. «Зонд уже проработал значительно дольше, чем предполагалось, — говорит один из руководителей проекта Р.Марсден (R.Marsden, ESA), — этот сбой случился раньше, чем мы ожидали, но все равно произошел бы в ближайшие год-два».

За долгое время полета «Ulysses» позволил провести множество различных исследований, которые отнюдь не ограничивались физикой Солнца. С его помощью определялись параметры межпланетной среды, в том числе

ее пылевая составляющая. Он был включен также в Межпланетную сеть (Interplanetary Network, IPN) космических аппаратов, с помощью которой выполнялась триангуляция гамма-всплесков. Но главной целью «Ulysses» было все-таки центральное светило Солнечной системы. Аппарат пролетал над полярными областями Солнца в 1994—1995-м и 2000—2001 гг. — во время минимума и максимума солнечной активности соответственно. В 2007 г. аппарат в очередной раз прошел над южным полюсом Солнца и вот-вот должен был приступить к наблюдениям его северного полюса. К сожалению, собой не дал завершить эти исследования.

<http://ulysses.esa.int/science/www/object/index.cfm?fobjectid=42393>

Организация науки. Электроника

Нанoeлектроника. Лукавая цифра?

В результате дискуссий ученые пришли к единому мнению: классифицировать как нанотехнологические можно такие изделия, у которых в диапазоне от 1 до 100 нм находится по крайней мере один из размеров, существенных для выполнения функций изделия (само по себе достижение такого размера — условие недостаточное, хотя бы потому что все исходные природные и искусственные материалы имеют структуры наномасштабного диапазона). Нанотехнологии заключаются в возможности контролировать молекулы (или их кластеры) и индивидуальные атомы и манипулировать ими, чтобы создавать материалы, приборы и системы с фундаментально новыми свойствами и функциями, обусловленными именно малыми размерами¹.

С этой точки зрения освоенная в современной электронике 90-, 65- и 45-нанометровая технология может быть отнесена к нанометровой лишь условно. В дейст-

¹ <http://www.nanotechproject.org/143/the-nanotech-future-a-conversation-with-mihail-roco>

вительности эти размеры достигнуты обычным в микроэлектронике масштабированием, а изготовленные в результате интегральные схемы имеют количественно улучшенные параметры (плотность упаковки, рассеиваемая мощность, быстродействие) без принципиального изменения функций. Новые же свойства (например, квантоворазмерный эффект) и функции могут проявиться лишь при внедрении 32-, 22-, 16- и 11-нанометровых технологий².

В связи с множеством заявлений об изготовлении нанообъектов и неоднозначностью толкования самого этого понятия актуальной задачей стало создание всемирной базы данных по результатам нанотехнологических исследований и разработок с единым стандартным подходом к классификации нанотехнологических объектов. Один из вариантов решения такой задачи представлен на интернет-сайте³, формируемом в рамках проекта «Emerging Nanotechnologies» («Нарождающиеся нанотехнологии»).

<http://perst.issp.ras.ru>
(2007. Т.14. Вып.20).

Технология. Охрана природы

Переработка вместо захоронения

Американская фирма «Global Resource Corporation», специализирующаяся на разработке новых нефтехимических технологий, предложила способ утилизации отслуживших изделий из резины и пластика, который позволяет регенерировать углеводородное сырье, потраченное на их изготовление.

Полимерные отходы подвергаются микроволновому облучению на различных частотах, в результате чего длинные молекулы полимеров разрываются на короткие фрагменты. На выходе получают газообразные и жидкие углево-

² <http://www.eetimes.com/news/semi/showArticle.jhtml?articleID=201000364>

³ www.nanotechproject.org/consumer-products

дороды, аналогичные содержащимся в нефти и природном газе. Часть полученного горючего газа используется для выработки электроэнергии, потребляемой перерабатывающим предприятием, что делает его независимым от внешнего энергоснабжения.

Эффективность процесса утилизации весьма высока: так, из 9.1 кг изношенных автомобильных шин удастся получить 4.54 л дизельного топлива, 1.42 м³ горючего газа, 1 кг стали и 3.4 кг сажи. Эта технология позволяет также перерабатывать отходы электропровода с медными жилами в резиновой или пластиковой изоляции, извлекая из них дорогостоящую электротехническую медь.

Science et Vie. 2007. №1080. P.34 (Франция).

Охрана природы

Орудия лова могут быть более безопасными для черепах

Мировая фауна черепах находится в драматически угрожаемом состоянии. За редким исключением, наземные, пресноводные и морские представители этого отряда пресмыкающихся из года в год исчезают во всех местах их обитания. Именно поэтому черепахи находятся под особо пристальным вниманием герпетологов, экологов, специалистов по охране дикой природы. Единой стратегической цели — сохранению черепах на Земле — служат научные исследования самых разных, подчас неожиданных направлений.

Один из специфических факторов смертности черепах — их гибель при использовании орудий лова промысловых животных. Предпосылка тому — общеизвестная «неуклюжесть» этих пресмыкающихся, а также некоторые их кормовые пристрастия. Снижению риска гибели черепах от подобных причин посвящается все больше вполне серьезных научных исследований. Вот один пример.

В южной части США и прилегающих районах Мексики раньше

была широко распространена водная бугорчатая черепаха, *Malaclemys terrapin*. Излюбленные места ее обитания — болота и мелководные морские заливы. На ее беду в этом же регионе обычен голубой краб, *Callinectes sapidus*, а он — традиционный объект массового промысла. Добывают краба с помощью вкопанных в грунт простых ловушек-контейнеров с тоннельными входами. Бегающие по земле крабы проваливаются в такие ловушки и не могут из них выбраться. Но тоже самое происходит и с черепахами! Причем особенно коварную опасность представляют заброшенные ловушки: их уже никто не проверяет, а животные продолжают в них проваливаться! В одной из таких ловушек было найдено 49 погибших бугорчатых черепах. По оценкам, в отдельных местах обитания в ловушки для голубого краба за год может попасть до 78% популяции бугорчатой черепахи; только в штате Нью-Джерси по этой причине ежегодно погибает от 17 748 до 88 740 черепах.

И вот недавно было предложено простое приспособление: проволочные или пластиковые зубчики на отверстия входа в ловушку. Насколько эффективно это приспособление предотвращает попадание в ловушки черепах и не снижает ли оно уловы крабов, решили проверить герпетологи из Университета Северной Флориды¹. По 15 стандартных и снабженных защитным приспособлением ловушек они устанавливали в 35 округах штата Флорида и в течение четырех лет регистрировали количество, а также размер и половой состав попавших в них черепах и крабов. За это время в стандартные ловушки попало 37 черепах, а в модифицированные — только четыре. При этом зубчики на входе в ловушки не препятствуют попаданию в них крабов. Правда, это относится только к взрослым особям, но ведь добывать «мелочь» запрещено законом! Таким образом, совсем простое приспособление, никак

¹ Butler JA, Heinrich GL. // Estuaries and Coasts. 2007. V.30. №1. P.179—185.

не затрудняя добычу крабов, резко снижает смертность черепах.

А вот исследование, которое провела группа специалистов из Испанского института океанографии и Университета города Малаги². Они встали на защиту другого вымирающего вида — морского гиганта логгерхеда, *Caretta caretta*. Средиземноморье — район традиционной добычи тунца. Эту хищную рыбу ловят с помощью специальной снасти — горизонтального яруса, который представляет собой длинную веревку (хребтину) с поводками. На каждом — крюк с наживкой. Но логгерхеды — тоже хищники, их тоже прельщает вкусная приманка. В результате черепахи гибнут, попадаясь на крючки.

В своей работе испанские специалисты сделали пока лишь первый шаг в решении задачи: как, вылавливая тунцов, сохранить черепах. При стандартных операциях на рыболовецких судах они регистрировали распределение черепах и тунцов как вдоль хребтины, так и по времени суток. Оказалось, что оба этих параметра никак не влияют на вероятность схватывания приманки тунцами. Но у черепах ситуация иная: 93% отловленных пресмыкающихся попадались на крючки задней половины яруса и достоверно чаще — в дневное время. Последнее обстоятельство, очевидно, связано с тем, что логгерхеды ищут добычу с помощью зрения и охотятся преимущественно в светлое время суток. Остается надеяться, что обнаруженные различия в «клеве» двух хищников позволят в конце концов найти решение задачи.

© Семенов Д.В.,
кандидат биологических наук
Москва

Нейрохимия. Медицина

Атропин снижает уровень нейропептидов

Нейропептиды, как известно, участвуют в регуляции разнообразных нейрофизиологических

² Báez J.C., Real R., Camiñas J.A. // Journal of the Marine Biological Association of the UK. 2007. V.87. №3. P.801—803.

процессов и соматических функций. Сюда относятся и те, которые нарушаются при отравлении фармакологическими препаратами, способными активировать или блокировать рецепторы ацетилхолина. Фармакологические эффекты таких препаратов (их называют холинотропными) многообразны (в частности, транквилизирующий, анальгезирующий и т.д.), и это трудно объяснить только влиянием на холинорецепторы. Известно, что они действуют на обмен фосфолипидов, медиаторов, таких как норадреналин, серотонин, дофамин, и на синтез белка, но как это происходит, непонятно.

Множество данных свидетельствует о том, что при действии холинолитиков, или холиноблокаторов, меняется концентрация регуляторных пептидов в мозге и сыворотке животных, но молекулярные механизмы не установлены. Известно, что такие пептиды синтезируются в виде предшественников, которые, подвергшись расщеплению, превращаются в активные пептиды. Конечную стадию процесса осуществляют два фермента: карбоксипептидаза Н (КПН) и карбоксипептидаза, ингибируемая фенилметилсульфонилфторидом (ФМСФ-КП). Если о первом ферменте известно многое, то роль второго остается неясной, предполагают лишь, что он вовлечен в обмен опиоидных пептидов.

М.Т.Генгин и В.Б.Соловьев (кафедра биохимии Пензенского государственного педагогического университета им.В.Г.Белинского) изучали влияние атропина (одного из холинотропных препаратов) на активность двух карбоксипептидаз (КПН и ФМСФ-КП) в разных отделах головного мозга и надпочечниках, где высок уровень регуляторных пептидов. Опыты проводились на самцах белых беспородных крыс.

Выяснилось, что при введении атропина (2.5 мг/кг массы) активность карбоксипептидазы Н снижается во всех отделах мозга и в надпочечниках и сохраняется низкой не менее 72 ч. Так же было

(за исключением продолговатого мозга) и с активностью ФМСФ-карбоксипептидазы. Однако по динамике изменений ферменты несколько отличались. Так, в гипофизе активность ФМСФ-карбоксипептидазы снизилась на 75% через полчаса после введения атропина и на 95% — через четыре часа, а КПН — на 30%. Авторы полагают, что в гипофизе, где синтезируются и (или) секретируются многие регуляторные пептиды, именно этот фермент играет основную роль в превращении большинства их предшественников в активные формы. ФМСФ-карбоксипептидаза, вероятно, участвует в обмене опиоидных пептидов в гипофизе, преимущественно энкефалинов.

За происхождение регуляторных пептидов в надпочечниках в основном отвечает локализованная (главным образом в них же) ФМСФ-карбоксипептидаза, а в стриатуме — КПН. В гипоталамусе на образование и секрецию активных пептидов (аргинин-вазопрессина, окситоцина и др.) тоже влияет холинергическая система, поэтому атропин, будучи блокатром, снижает уровень этих нейропептидов.

Из результатов своей работы авторы делают вывод, что оба исследованных ими фермента регулируют уровень активных форм нейропептидов при введении атропина.

Нейрохимия. 2007. Т.24. №2. С.138—142.

Геология

Нефтегазовые ресурсы арктического и дальневосточного шельфов России

Для России 21-е столетие ознаменовано началом промышленной добычи нефти и газа на ее континентальном шельфе. По прогнозным оценкам, которые приводит А.Н.Дмитриевский (Институт нефти и газа РАН), начальные ресурсы извлекаемого здесь углеводородного сырья могут составлять почти 100 млрд т условного топлива, в том числе 16.7 т

нефти и конденсата и 78.8 трлн м³ природного газа. Более 90% этих ресурсов сосредоточено на континентальном шельфе арктических и дальневосточных морей, из них 62.7% приходится на Западную Арктику (Баренцево и Карское моря).

К настоящему времени выявлено свыше 450 локальных объектов, открыто 32 месторождения, в том числе супергигантские газовые Штокмановское, Русановское, Ленинградское в Западной Арктике и крупные месторождения нефти и газа в Охотском море на северо-восточном шельфе Сахалина.

Мировой опыт свидетельствует, что поиски и разведка морских месторождений углеводородного сырья успешно ведутся практически в любых природно-климатических условиях континентального шельфа, однако технических средств для их разработки при наличии многометровых по толщине подвижных льдов не существует ни у нас в стране, ни в мировой практике. Техническая доступность разведанных ресурсов определяется на акваториях прежде всего двумя факторами — глубиной моря и ледовой обстановкой.

В экстремальных природно-климатических условиях арктических морей (северо-восток Баренцева, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское, север Берингова и Охотского) уже существующие и конструируемые технические средства позволяют вести разработку месторождений лишь на глубинах до 50—60 м, а на глубинах свыше 100 м это возможно только при использовании подводно-подледных добывающих систем, идея создания которых принадлежит Центральному научно-исследовательскому институту им.А.Н.Крылова.

Доступные на сегодня ресурсы нефти на континентальном шельфе Российской Федерации составляют 9.2 млрд т.

Геология морей и океанов // Материалы XVII Международной конференции (Школы) по морской геологии. Москва, 12—16 ноября 2007 г. С.104—105.

Геофизика

Столетие Тунгусской катастрофы

Экстремальные природные явления привлекают внимание исследователей, можно сказать, всегда. А в круглые даты своего возникновения — обязательно. Так произошло и с Тунгусским метеоритом, столетие со дня падения которого исполняется 30 июня 2008 г. На протяжении большей части XX в. этот космический пришелец будоражит умы исследователей и побуждает предпринимать научные изыскания с применением все более совершенных научных методов и технических средств. Исследования не прекращаются с тех пор, как в 1927 г. экспедиция Л.А.Кулика впервые смогла добраться до места катастрофы в бассейне р.Подкаменной Тунгуски и обследовать этот район. За прошедшие 80 лет было предложено свыше 100 гипотез о природе этого события — единственного, произошедшего на глазах людей современной цивилизации.

В настоящее время не вызывает сомнения, что Тунгусский феномен — это результат вхождения в земную атмосферу космического тела — кометы или каменного астероида. Самые тщательные поиски во время многих экспедиций, а также изучение пораженной области с воздуха не обнаружили ни взрывного кратера, ни следов метеоритного вещества на земле в слоях соответствующего возраста. Наиболее ясным и обширным последствием катастрофы на земле оказался вывал леса, который имел форму «бабочки» и распространился в среднем на расстояние 20—25 км от эпицентра. Местность тогда была практически ненаселенной, поэтому обошлось без человеческих жертв, но погибло много оленей. Редкие очевидцы могли наблюдать явление лишь на большом удалении. Известно, что взрывная волна ощущалась на расстоянии 1 тыс. км, а в 200 км были выбиты стекла в домах. Звук слышался за тысячи километров. По сумме признаков к настоящему

времени установлено, что тело, ворвавшееся в атмосферу Земли под углом около 40° к горизонту, взорвалось на высоте 10–15 км от поверхности. При этом выделилась энергия, эквивалентная 10–20 Мт (1 Мт = $4.2 \cdot 10^{15}$ Дж); считается, что мощность взрыва превысила мощность атомной бомбы, взорванной над Хиросимой, более чем в 2000 раз. По степени запыленности атмосферы определена масса космического тела — свыше 100 т. Отсутствие кратера на Земле, а также осколков и каких-либо следов их падения свидетельствует в пользу кометной природы пришельца. Исследование частиц, выделенных из смолы деревьев, росших в эпицентре события, а также изотопных соотношений углерода вместе с другими признаками заставляют специалистов предполагать, что речь идет о ледяном с включениями космической пыли образовании, которое при взрыве полностью испарилось и расплылось.

Взрыв сопровождался целым рядом геофизических эффектов. Возникла воздушная ударная волна, и по Земле распространилась сейсмическая волна, зарегистрированная в Иркутске, а также сейсмическими станциями в Европе. Зафиксированы возмущения атмосферы, магнитного поля Земли и тепловая аномалия в верхней стратосфере. На Земле тепловое излучение привело к пожарам и ожогам деревьев на расстоянии до 10–15 км от эпицентра. Наблюдалась необычные атмосферные явления в виде серебристых облаков, пестрых зорь, солнечных гало, светлых ночей.

Обобщение всех полученных к настоящему времени данных осуществлено в Институте динамики геосфер РАН академиком В.В.Адушкиным, который доложил результаты на очередных Геофизических чтениях им.В.В.Федынского¹. Ученый считает, что подобные события могут возникнуть на Земле примерно один раз в 300 лет, а над сушей — раз в 1000 лет. Следовательно, кометно-астеро-

идная опасность представляется вполне реальной для человечества, что ставит перед исследователями весьма ответственные задачи с точки зрения изучения возможных воздействий на окружающую среду. Летом 2008 г. в России пройдет международная конференция, где будут представлены результаты новейших исследований Тунгусского феномена и связанных с этим проблем.

© **Никонов А.А.**,
доктор геолого-
минералогических наук
Москва

Геотектоника

Вулканизм и неотектоника северо-востока Камчатки

Камчатка, расположенная к северу от Берингийской зоны трансформных разломов, считается тектонически стабильной начиная с миоцена (23 млн лет назад). До недавнего времени полагали, что самым северным вулканом Камчатки, который проявлял активность в голоцене (т.е. начиная с 11.5 тыс. лет назад), был Шивелуч, но в последнее время эта точка зрения подвергается сомнению.

Свидетельства эндогенной активности голоценового возраста для районов, расположенных к северу от Шивелуча, приводит М.М.Певзнер (Геологический институт РАН), участвовавший в комплексных геохронологических и радиоуглеродных исследованиях в бассейне р.Еловки, верхнем и среднем течении р.Озерной, на п-ове Озерном и вблизи древнего вулкана Хайлюля. В бассейне р.Еловки были обнаружены и датированы три молодых вулканических центра: маар Киненин и расположенные в 60–80 км к северу от Шивелуча лавовые потоки Близнецы и Шишейка. Кроме того, на северо-востоке Камчатки исследователями выявлен целый ряд свидетельств сейсмотектонической активности.

Главный упор при геохронологических работах специалисты делали на изучении, корреляции

и датировании момента, когда начался процесс накопления торфа на молодых террасах и террасовидных поверхностях. На п-ове Озерном обнаружен молодой разлом; здесь вблизи «залеченного шва» торф начал накапливаться, по определению специалистов ГИНа, 6260 ± 50 лет назад. В долине ближайшей к нему реки зафиксирован крупный обвал, сошедший в то же время. Возраст сейсмотектонической активизации на этой территории исследователи оценивают в $6200-6300$ ^{14}C лет. В этом же районе отмечено большое число молодых террас и террасовидных поверхностей, образовавшихся, судя по началу торфонакопления, $3100-3200$ ^{14}C лет назад. Резкие изменения в процессе осадконакопления и формирование молодой терраски в долине р. Россомашей могут свидетельствовать еще об одном небольшом неотектоническом эпизоде, произошедшем около $1900-2000$ ^{14}C лет назад.

Последовательное изливание двух лавовых потоков, названных Близнецами, произошло на междуречье Озерной и Еловки. Фронт одного из потоков, словно бульдозером, сгребал перед собой более древние отложения. Позднее на этом водоупоре стал развиваться торфяник. Наиболее древняя дата из подошвы торфяника 3010 ± 40 . На основании этой даты и положения пирокластического материала определен и возраст самих потоков — около 3000 ($3000-3200$) ^{14}C лет назад.

На правом берегу р.Шишей, выше ее впадения в р.Еловку, отмечен лавовый поток, возраст которого оценивается в $4200-4300$ ^{14}C лет. В 10 км от него обнаружена 8-метровая терраса, сложенная речными отложениями. В молодом торфянике, перекрывающем аллювий, зафиксирована пирокластическая лавового потока — дата над пеплом 4290 ± 60 .

Маар Киненин образовался около 1100 ^{14}C лет назад.

На пойменном аллювии р.Поперечной обнаружен молодой торфяник; радиоуглеродная дата 3710 ± 40 , полученная вблизи осно-

¹ Десятые геофизические чтения им.В.В.Федынского. Москва, 27–29 февраля 2008 г. Тезисы докладов. С.4.

вания торфа, показывает, что терраса образовалась около 3800 ¹⁴C лет назад.

По данным автора, голоценовая сейсмоструктурная активность в районе Хайлюля отсутствует, зато на п-ове Озерном она фиксируется неоднократно.

Примеры, приведенные Познером, говорят о том, что на северо-востоке Камчатки на протяжении голоцена неоднократно происходили мощные вулканические и сейсмоструктурные события.

Задача дальнейших исследований — выяснить причины этой повышенной эндогенной активности.

Фундаментальные проблемы квартала: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований // Материалы V Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. Москва, 7–9 ноября 2007 г. С.322–324.

**Палеогеография.
Археология**

**Динамика берегов
Северного Понта
и раннее расселение
людей**

Первоначальное расселение анатомически современных людей и распространение позднелевосточных технологий на северном побережье Черного моря произошло 40–25 тыс. лет назад, процесс усилился 25–15 тыс. лет назад. В течение обоих этих этапов впадину Черного моря заполняло новозевксинское пресноводное мегаозеро с населявшими его моллюсками каспийского типа. Уровень озера 30–25 тыс. лет назад был на 87–90 м ниже современного. Осушенный шельф, включая южную часть северопонтийской низменности, захватывал аллювиальную равнину продолин Буга, Днестра, Прута и террасы аллювиальной равнины низовий Днестра и Дуная. На этой низменности были широко развиты марши, разделенные песчаными барами. Позднелевосточные стоянки того времени располагались в долинах мелких рек, а тогдашние ландшафты обес-

печивали обитателей стоянок стабильными и разнообразными пищевыми ресурсами.

Около 18 тыс. лет назад уровень новозевксинского моря находился на 55 м ниже современного, и треть аллювиальной равнины была затоплена, а ее остатки превышали уровень моря менее чем на 40 м. Долина Дуная отделилась от этой равнины водоразделом. За исключением Днестра, реки уже не формировали дельты. Около 12 тыс. лет назад уровень моря поднялся до отметки –37 м относительно современного, была затоплена большая часть аллювиальной равнины: низовья Днестра, Днестра и Дуная образовали обширные эстуарии. На этой стадии доступность для позднелевосточных людей охотничьих ресурсов снизилась. Мамонт и носорог были истреблены еще 18 тыс. лет назад; основной добычей стал бизон. Более широко начали использоваться ресурсы заболоченных местностей; преобладала охота на водоплавающих птиц. В этот период распространились метательные орудия, о чем свидетельствует преобладание пластинчатых и микролитических каменных изделий, служивших наконечниками.

Начало голоцена отмечено наступлением новочерноморской трансгрессии в условиях потепления и увеличения влажности. Во время бугской стадии (11–9 тыс. лет назад) уровень солоноватоводного черноморского бассейна оказался на 18 м ниже современного, а в период 7.1–6.5 тыс. лет назад уровень моря был ниже современного на 9 м. Аллювиальную равнину затопило полностью; эстуарий Днестра превратился в широкий морской залив.

В мезолитическое время, 10–8 тыс. лет назад, поселения становятся разнообразнее. Наиболее крупные из них (как стоянка Мирное) располагались на низких террасах небольших эстуариев. Люди занимались сезонной эксплуатацией заболоченных ландшафтов, при этом все большее

значение приобретала растительная пища. Значительную долю найденных артефактов представляют геометрические микролиты (элементы составных метательных орудий).

Ранние стадии перехода к неолиту документируются стоянками с наличием фрагментов гончарных изделий: Ракушечный Яр (8–7 тыс. лет назад), Сурьян (7.2–6.8 тыс. лет назад) и Буго-Днестровская культура (7.4–7.1 тыс. лет назад). Влияние восточных соседей проявляется в преимущественном использовании речных ландшафтов. Начиная со времени 6.5–6.0 тыс. лет назад, уровень моря поднимался, превысив современный на 1–2 м и затопив значительную часть дельты Дуная и долины Днестра в нижнем течении. Во время последующей регрессии в прибрежной области сформировался современный рельеф с двумя крупными речными бассейнами на юго-западе и на северо-востоке, разделенными водоразделом высотой 180–300 м. На четвертичном субстрате формируются разнообразные современные почвы, в том числе высокоплодородные черноземы. Леса сохраняются лишь на водоразделах и в долинах рек. Этот период (6.5–6.0 тыс. лет назад) совпадает с распространением ранних земледельческих культур. Земледельческие поселения того времени располагались по краям эрозионно-денудационной равнины, примыкающим к речным долинам в районах с черноземными почвами. Начало греческой колонизации совпало с регрессией Черного моря около 2.5–2 тыс. лет назад.

Доклад, посвященный этой теме, представили на конференции П.М.Долуханов (Университет Нью-касла-эпон-Тайн, Великобритания), С.В.Кадурин и Е.П.Ларченков (Одесский национальный университет, Украина).

Черноморско-Средиземноморский коридор за последние 30 тыс. лет: изменение уровня моря и адаптация населения // Тезисы докладов международной конференции. Геленджик, 8–15 сентября 2007 г. С.44–45.

Академик С.Ф.Ольденбург: личность и эпоха

В.П.Волков,

доктор геолого-минералогических наук

*Институт геохимии и аналитической химии им.В.И.Вернадского РАН
Москва*

Отечественной Академии наук не повезло с историографией XX в. До сего времени никто не взялся написать очерк ее существования в советскую эпоху, хотя соответствующий том, созданный коллективом авторов, был анонсирован еще в начале 60-х, однако света так и не увидел, видимо, по обстоятельствам, не зависящим от его авторов: слишком большое количество белых пятен разной природы набралось в летописи Академии наук за советские три четверти века.

Но вот пришли новые времена, и кое-что стало явным после приоткрытия прежде недоступных архивов. Благодаря труду В.Д.Есакова вышел в свет объемистый том рассекреченных партийных документов [1], вслед за тем публикуются материалы «Академического дела» 1929—1931 гг. [2]. Вместе с пионерной статьей Ф.Ф.Перченка [3], где помимо документов были обнаружены уцелевшие свидетельства очевидцев тех далеких лет, появился приличный корпус источников, позволяющих осознать драматические события времени «великого перелома» (1928—1930) не только в сельском хозяйстве СССР, но и в судьбе нашей Академии наук.

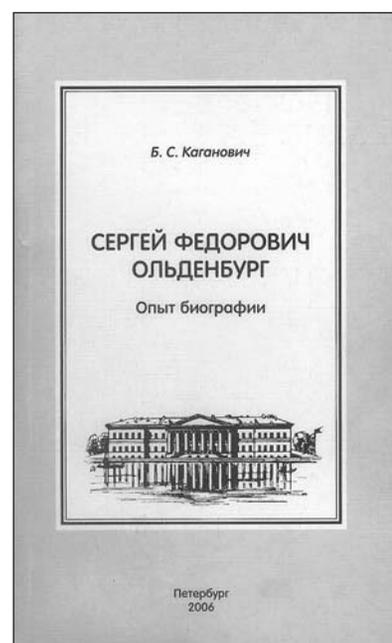
Каждому, кто интересуется историей отечественной науки и прочитал упомянутые публикации, можно посоветовать узнать и понять главную фигуру АН СССР того времени — ее неременного секретаря, а факти-

чески руководителя — академика Сергея Федоровича Ольденбурга, которому посвящена рецензируемая книга.

Она написана петербургским историком Б.С.Кагановичем и имеет весьма скромный подзаголовок: «опыт биографии». Думаю, что этот опыт прекрасно удался, и мы, наконец, имеем великолепное жизнеописание одной из самых драматичных фигур истории нашей науки. Автор книги давно известен своими публикациями по истории науки XX в., преимущественно основанными на архивных материалах. Возможно, эти работы и послужили плацдармом для написания книги об Ольденбурге.

Труд автора основан главным образом на доселе неизвестных архивных данных. Из 800 литературных ссылок добрую половину составляют впервые публикуемые источники. Книга насыщена тщательно отобранным материалом из документов, писем, воспоминаний и создает многоголосую симфонию времени, которая просится на экран документального исторического сериала.

Первым 40 годам своего героя автор посвятил две небольшие главы. Возможно, это оправданно, впрочем, заинтересованный читатель будет вынужден обращаться к многочисленным цитируемым литературным источникам (мемуарные статьи А.А.Корнилова, Г.В.Вернадского, И.М.Гревса, письма Д.И.Шаховского и др.), рассказывающим об «ольденбургском кружке»



Б.С.Каганович. СЕРГЕЙ ФЕДОРОВИЧ ОЛЬДЕНБУРГ. ОПЫТ БИОГРАФИИ.

СПб.: Феникс, 2006. 249 с.

в Петербургском университете в 80-х годах XIX в. Главный акцент этих первых глав, что, кстати, характерно для всей книги, сделан на тщательном анализе парадоксов жизненного поведения героя повествования. Здесь мы стараемся понять причины медлительности молодого востоковеда Сергея Ольденбурга при оформлении своего академического статуса (магистерская, докторская диссертации), рано проявившейся «разбросанности» научных интересов в главном поле деятельности — ориенталистике.

Автор биографии выявляет здесь важную роль в судьбе молодого Ольденбурга его взаимно уважительных отношений со своим учителем академиком В.Р.Розеном, тонко прочувствовавшего особенности темперамента и научных склонностей своего ученика. Цитата из письма учителя к ученику (1888) говорит сама за себя: «Мы не должны оставить жизнь раньше, чем успеем создать настоящую действительно научную школу русских ориенталистов, самостоятельных по существу дела, но вместе с тем стоящих на плечах европейских ученых и признающих рациональность выработанных Европой научных приемов. Я возлагаю на Вас — без комплиментов — большие надежды в этом деле и уверен вполне, что Вы эти надежды оправдаете, если не увлечетесь в сторону более грандиозных, но зато и несбыточных мечтаний» (с.23).

Розен проницательно угадал в Сергее Ольденбурге не только незаурядного востоковеда, но и выдающегося организатора науки, которому оказалась по плечу миссия ее охранителя в тяжелые времена революций и гражданской смуты.

В начальных главах сжато, но, на мой взгляд, понятно для неспециалиста разбирается непростая проблема оценки личного вклада Ольденбурга в востоковедение, которая не раз возникает на последующих страницах книги. Сложность

в том, что ряд коллег Сергея Федоровича, например такие крупные специалисты, как Ф.И.Щербатской и С.А.Жебелев, весьма сдержанно оценивали его как востоковеда — не издал, в частности, ни одной монографии! Думается, что биограф ученого достаточно убедительно показал, что уже гигантского эмпирического материала, собранного Ольденбургом в его Туркестанских экспедициях (1909—1915), достаточно для того, чтобы занести его труды (до сего времени полностью не опубликованные!) в annales отечественного востоковедения на самых первых страницах.

Третья глава посвящена до-революционному этапу жизни и деятельности Ольденбурга, занявшего должность непрямого секретаря Академии наук в 1904 г. Биограф подчеркивает: «Мы не можем здесь рассматривать во всех деталях деятельность С.Ф.Ольденбурга на этом посту, поскольку это было бы почти равносильно написанию истории Академии наук за 25 лет его непрямого секретарства» (с.57).

Перечислим некоторые из главных достижений: резкое увеличение штатов Академии и ее бюджета, строительство нового здания Библиотеки АН, создание Пушкинского Дома, реорганизация Азиатского музея. Коллега Сергея Федоровича китаевед академик В.М.Алексеев писал впоследствии: «Его такт и внимание, память, позволявшая среди тысяч мелькающих лиц, имен, отчеств и фамилий никого не забывать и никого ни с кем не смешивать, широта его интересов, кругозор и отбора знакомств, культурность и простота, доведенные до предельного совершенства и безупречности, джентльменство редкой полноты, веселая ласковость в обращении, приветливость и доброжелательность, образцовая вежливость, одновременно и принципиально продуманные, и весьма непосредственные отношения, вне сравнений

воинствующий оптимизм... — все это действовало, конечно, и на многих и на всех».

Автор биографии уместно подчеркивает: «Необходимо сказать, что расширение и реорганизация Академии, как правило, встречали сопротивление царской бюрократии, не понимавшей значение науки в новом веке» (с.60). Это особенно важно на фоне постоянно возникающих в средствах массовой информации (да и в научной периодике) стенаний по поводу «России, которую мы потеряли». К этой же теме необходимо отнести и констатацию пренебрежимо малой роли Ольденбурга и других ученых — членов Государственного совета — этой верхней палаты нашего квазипарламента. В 1924 г. в парижской полуэмиграции под влиянием статей Ольденбурга-младшего в эмигрантской печати старый друг Сергея Федоровича академик В.И.Вернадский записал в дневнике: «Сейчас ничего не знающая молодежь идеализирует министров — точно так же, как многие честные люди, как С.С.Ольденбург, искажают истину в своей фантастической реабилитации Николая II. И эти министры последних лет — да и раньше — Горемыкин, князь Голицын, Протопопов, Щегловитов... Какой ужасный подбор! <...> Передо мной промелькнул Государственный совет, где я мог наблюдать отбор «лучших» людей власти... не было ни блеска знания и образования, ни преданности России, ни идеи государственности. В общем, ничтожная и серая, жадная и мелко хищная толпа среди красивого декорума... И это отсутствие содержания сказало в грозный час» [4].

Половина текста книги Кагановича посвящена советскому периоду жизни Ольденбурга. На строго документальной основе здесь впервые сделана попытка дать очерк истории АН 20—30-х годов на фоне судьбы одного из ее руководителей с использованием множества

впервые вводимых в научный оборот архивных источников.

На мой взгляд, биограф мастерски владеет искусством «монтажа» документального и эпистолярного материала, создавая динамичную, живую картину времени. Эти главы книги читаются как захватывающий документально-исторический детектив.

Автор напоминает, что первая реакция российской научной элиты на Октябрьский переворот 1917 г. была крайне отрицательной. В официальном годовом отчете за 1917 г., датированном 29 декабря, Ольденбург писал: «В беспримерно тяжелое время приходится подводить итоги работы этого года... Было бы малодушием не смотреть правде прямо в глаза. <...> Темные, невежественные массы поддались обманчивому соблазну легкомысленных и преступных обещаний, и Россия стала на край гибели» (с.74).

После нескольких месяцев взаимного зондажа с участием А.М.Горького, А.В.Луначарского, Н.П.Горбунова выявилась ведущая роль С.Ф.Ольденбурга, взявшегося наладить сотрудничество с новой большевистской властью ради спасения людей и традиций отечественной науки. Автор биографии приводит фрагмент из неопубликованных воспоминаний жены Сергея Федоровича Ольденбурга, Елены Григорьевны: «В 1927 г. в Академии Сергей сказал несколько слов о том, что все знают, как в начале он работал совершенно один с правительством, даже Ал.Евг.Ферсман не был с ним согласен, а Ал.П.Карпинский только заявил ему, что он не сочувствует политике Сергея, но что он верит Сергею, зная и уважая его, и потому подпишет все, что даст ему Сергей. Что затем с Сергеем согласился в правильности его действий Ферсман, затем начал работать Стеклов» (с.77).

В августе 1919 г. над Академией нависла опасность катастрофы: выдающийся кристаллограф профессор Д.Н.Артемьев и недо-

учившийся астроном, авантюрист В.Т.Тер-Оганезов подготовили на подпись В.И.Ленину декрет об упразднении Академии наук как «буржуазного учреждения». Биограф С.Ф.Ольденбурга справедливо указывает, что наиболее вероятным инициатором этого рескрипта мог быть профессор-историк М.Н.Покровский, однако вся подоплека событий остается пока невыясненной. До сих пор неизвестна суть обсуждения на Политбюро ЦК РКП(б) вопроса, озаглавленного «об отношении к ученым С.Ф.Ольденбургу, В.И.Вернадскому, педагогу С.А.Левитину и др.» и поставленного на рассмотрение А.В.Луначарским [5]. Наверное, неслучайно это произошло 19 июля 1921 г., через несколько дней после освобождения из-под ареста академика Вернадского, когда, казалось, отношения власти с Академией относительно стабилизировались.

И еще: ждет исследователей раскрытие тайной биографии Д.Н.Артемьева (соавтора гениального кристаллографа Е.С.Федорова), творческий путь которого окончился в Германии в 1922 г. — ученый, которому было едва 40 лет, не возвратился в СССР из научной командировки и исчез, очевидно, сменив имя и внешность: есть неподтвержденные данные о его службе библиотекарем Ватикана (!). Что касается второго незадачливого проектанта ликвидации «буржуазной академии», то личность этого профессора математики Московского геологоразведочного института исследована досконально — он снискал «славу» автора статей-доносов на пулковских астрономов в страшном 1937-м [6].

Лично для Сергея Федоровича смертельная опасность возникла через месяц после «инициативы» Артемьева и Тер-Оганезова, когда в рамках превентивного ареста и «околокадетской публики» неременный секретарь и бывший член ЦК конституционно-демократической партии Ольденбург был задер-

жан и провел три недели в Доме предварительного заключения на Шпалерной. Этот эпизод тоже пока на документальной основе не исследован. Сообщается только мемуарное свидетельство очевидца, что Ольденбург выходил из тюрьмы «походкой человека на двадцать лет составившегося и разбитого» (с.82).

Б.С.Каганович подробно остановился на истории встреч Ольденбурга с Лениным, сыгравших решающую роль в судьбе Академии. Теперь доказано, что это была только одна встреча с председателем Совнаркома — 27 января 1921 г., — но ключевая: были приняты немедленные меры по обеспечению физического выживания людей науки в Петрограде: в 1918—1920 гг. из 47 членов Академии 12 скончались от недоедания и болезней, шесть — эмигрировали. Резюмируя курс политики Академии наук в 1917—1921 гг., биограф Ольденбурга пишет: «лояльность к советской власти и участие в ряде ее экономических и культурных программ с одновременным сохранением автономии и внутренней независимости Академии. Академия, в частности, была совершенно суверенна в вопросах избрания новых членов и вообще полностью определяла свою кадровую политику. Конечно, абсолютной независимости от государства учреждение, существовавшее на государственные деньги, иметь не могло, но, думается, что до конца 1920-х годов Академия наук была самым автономным и независимым учреждением в Советском Союзе. Для того чтобы принять такую формулу сотрудничества, Ольденбургу несомненно пришлось пережить горькую утрату надежд увидеть в недалеком будущем Россию действительно демократическую и уважающую человеческую личность» (с.87).

Последующие главы книги во многом основаны на уникальном, впервые публикуемом материале: дневниковых записях жены Ольденбурга, хранящихся

в Петербургском филиале Архива РАН. В сочетании с документами из вышеупомянутого сборника, составленного В.Д.Есаковым, создается яркая картина драматического этапа в жизни Академии наук.

Весна и лето 1928 г. ознаменовались началом хорошо продуманной кампании руководства СССР по «советизации» АН СССР. Идет травля «социально чуждых» административных сотрудников Академии в ленинградской партийной печати, впервые приводится ультиматум партийно-государственного куратора науки Е.П.Воронова С.Ф.Ольденбургу, выдвинутый 6 июня 1928 г.: «Правительство 10 лет ждало и дало много авансов, но на 11-м году оно поступает с Академией наук по-своему. Академия наук не сумела понять и занять то положение, которое она должна занять в советском государстве» (с.153).

Рассылаются секретные директивы ЦК об освещении в печати выборов в академики, заготовлены и утверждены Политбюро списки будущих академиков по трем категориям: «желательные», «близкие к нам», «приемлемые». В сентябре Сергей Федорович ведет многочисленные переговоры с академиками, убеждая их вести компромиссную линию. 15 сентября долго уговаривали Вернадского, который на следующий день запишет в дневнике: «С Ферсманом об Академии. Он очень мрачно смотрит в связи с выборами: провокация для того, чтобы потом создать значенную Академию» [7].

9 октября выясняется, что непримиримую позицию заняли четыре академика: И.П.Павлов, С.П.Костычев, И.П.Бородин, В.В.Бартольд, неясна точка зрения А.Ф.Июффе. В ноябре развернулось «дело С.А.Жебелева», который опубликовал научную статью в эмигрантском сборнике, изданном в Чехословакии. Печать Ленинграда требует исключения Жебелева из Академии наук СССР за «антисоветский поступок». Ольденбург убеждает

своего коллегу выступить с покаянным письмом. В связи с этим замечательный штрих подкованной борьбы фиксирует в дневнике Елена Григорьевна Ольденбург: «Дело с Жебелевым конечно! Вчера во время торжества [по случаю 200-летия типографии АН] за чаем Марр по-грузински говорил с Енукидзе, и разговор был благоприятен для Жебелева. Тут же Енукидзе прочитал письмо Жебелева, которое завтра будет в печати» (с.168).

В ноябре начались аресты сотрудников аппарата АН, академической библиотеки, в том числе византиниста члена-корреспондента В.Н.Бенешевича. Обращения С.Ф.Ольденбурга к председателю ОГПУ В.Р.Менжинскому безрезультатны.

27 ноября у президента А.П.Карпинского — ссора И.П.Павлова с В.И.Вернадским: первый занимает непримиримую позицию по отношению к коммунистам, кандидатам в академики, второй — ищет компромисс.

15 декабря Общее собрание исключает из членов Академии эмигрантов, 12 января 1929 г. происходят выборы новых академиков, голосует 21 академик из 30 (Павлов и Вернадский на Общем собрании не присутствуют). Итоги выборов ошеломляющие: после всех уговоров и компромиссов трое коммунистов провалены (А.М.Деборин, Н.М.Лукин, В.М.Фриче). 15 января 1929 г. 11 академиком подписывают составленное С.Ф.Ольденбургом обращение к Общему собранию о проведении повторных выборов, однако пять членов Академии (конечно, в их числе и Павлов) резко возражают, 17 января письмо все же одобрено тайным голосованием. Наконец, 21 января Политбюро ВКП(б) удовлетворяет просьбу АН о повторных выборах.

13 февраля — «счастливый» финал: проваленные в январе кандидаты-коммунисты собирают необходимое большинство голосов. Из дневника Е.Г.Ольденбург: «Дома у нас точно пра-

здник! Сергей пришел веселый, еще издали закричал: “Поздравь меня!”» (с.173).

Все лето Ольденбурги проводят в зарубежной командировке в Европе, а осенью возвращаются в «другую страну». Работает комиссия ЦКК ВКП(б) по «проверке аппарата» АН СССР. Вновь — дневник Е.Г.Ольденбург: «Настало время тяжелое, как кошмар. Аресты новые, старых не освободили, Сергей все время занят безумно, так как у него огромные приемы, его буквально все осаждают... Много было заседаний крайне тяжелых» (с.183).

22 октября 1930 г. создается особая тройка из руководителей ОГПУ по «выявлению документов политического характера, незаконно хранящихся в Академии». Началось «Академическое дело». Обвиняются сотрудники Пушкинского Дома, Археологической комиссии, Библиотеки АН СССР в «укрывательстве» таких документов, как оригинал отречения императора Николая II, дневники бывшего президента Академии великого князя Константина Романова, архивы партий эсеров и конституционных демократов.

29 октября Политбюро принимает решение о замене С.Ф.Ольденбурга на посту непримиримого секретаря академиком-членом ВКП(б) (им будет В.П.Волгин), в конце ноября подает в отставку вице-президент А.Е.Ферсман.

11 декабря генеральный прокурор РСФСР Н.В.Крыленко направляет записку в Политбюро с предложением возбудить уголовное дело против академиков С.Ф.Ольденбурга, С.Ф.Платонова и др. по статье, предусматривающей наказание за хищение и сокрытие документов из государственных учреждений и «углубить следственно-оперативную разработку по признакам шпионажа».

В ходе «проверки аппарата» из 960 штатных сотрудников АН СССР было уволено 128, из 836 сверхштатных — 520. Президент Карпинский в декабре по-

дает в отставку, которая Общим собранием не принимается.

3 марта Общее собрание утверждает рекомендацию Политбюро по кандидатуре Волгина как неперменного секретаря.

В виде резюме процитируем вслед за Кагановичем Записку Н.И.Бухарина и А.В.Луначарского, направленную в Политбюро 23 февраля 1930 г.: «Признать целесообразным сохранение на более или менее длительный срок Академии наук как высшего ученого учреждения, причем: а) взять твердый курс на развитие Физико-математического отделения; б) сохраняя на ближайший период Гуманитарное отделение, вести линию на постепенную его ликвидацию и в передаче в перспективе его институтов в Коммунистическую академию» (с.195).

Приговоры по делам арестованных сотрудников оглашали в три приема: 10 февраля, 10 мая и 8 августа 1931 г. Четыре академика (С.Ф.Платонов, Н.П.Лихачев, М.К.Любавский, Е.В.Тарле) были отправлены в ссылку на три года, шесть сотрудников Академии (бывшие офицеры Императорской армии) были расстреляны, несколько десятков человек получили лагерные сроки от трех до 10 лет. Все они,

согласно обвинительному заключению, состояли в организованной академиком Платоновым подпольной монархической организации, готовившей государственный переворот при поддержке иностранных государств... Пересмотр дел и посмертная реабилитация последовали через 57 лет. Все детали сюжета «Академического дела» автор биографии Ольденбурга совершенно справедливо оставил за пределами своего повествования, поскольку бывший неперменный секретарь в списках обвиняемых не значился. По апокрифическим сведениям, его фамилия в проекте решения Политбюро по делам Академии наук оказалась вычеркнутой жирным красным карандашом, хозяин которого вполне очевиден. Так закончилась «ольденбургская» академия.

В заключительной, 8-й, главе биографии рассказывается о последних четырех годах жизни ученого на посту созданного им Института востоковедения АН СССР. Эту весьма печальную эпоху биограф характеризует так: «...Несмотря на интенсивную деятельность, душевное состояние С.Ф.Ольденбурга в последние четыре года его жизни можно определить

как растерянность и постепенное угасание. По-видимому, он был так ошеломлен катастрофой 1929 г. и последующими событиями, похоронившими все его надежды и иллюзии, что никогда уже до конца не пришел в себя» (с.213).

Завершает книгу впервые публикуемый фрагмент письма академика В.М.Алексеева Сергею Федоровичу Ольденбургу, написанное за 10 дней до его отставки с поста неперменного секретаря: «...Я совершенно не разделяю Вашей политики последних лет и особенно этого года, осуждаю ее. <...> Однако под тяжким бременем сложного, опасного треплющего нервы и портящего жизнь дела Вы в течение четверти века создали новую (подлинно, а не политически только) Академию. И как ни горько мне видеть, что в конце Вашего великого служения совершается ужасное, я помню и знаю, что есть история, которая Вас оценит в более крупном масштабе, чем утлые мы...» (с.238). Книга об С.Ф.Ольденбурге, на мой взгляд, великолепно подтверждает правоту оценки знаменитого специалиста по истории и культуре Китая, данной своему старшему товарищу по общему делу. ■

Литература

1. Академия наук в решениях Политбюро ЦК РКП(б)—ЦК ВКП(б)—КПСС. 1922—1952. / Сост. В.Д.Есаков. М., 2000.
2. Дело Академии наук 1929—1932 гг.: Документы и материалы. Вып.1—2. СПб., 1993—1998.
3. *Перченко Ф.Ф.* Академия наук на «великом переломе» // Звенья. Т.1. М., 1990. С.163—238.
4. *Вернадский В.И.* Дневники 1921—1925 гг. М., 1998. С.169—170.
5. Владимир Ильич Ленин. Биографическая хроника. Т.11. М., 1980. С.64.
6. *Бронштэн В.А., Мак-Катчен Р.* Портрет антигероя // Природа. 1995. №6. С.124—128.
7. *Вернадский В.И.* Дневники 1926—1934 гг. М., 2001. С.107.

Гидрология

Е.Г. Григорьев. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ. М.: Научный мир, 2007. 240 с.

В книге рассматриваются вопросы теории и методологии в процессе формирования государственного регулирования водопользования как общественной сферы экономической деятельности в условиях рынка. Исследуются основы водопользования, включая проблемы устойчивого развития и влияние водного фактора на социально-экономическое развитие регионов. Показаны методы государственного регулирования по совершенствованию управления и прогнозирования развития водного хозяйства, систем водопользования в целом по стране. Анализируется возможное влияние государства на эффективность отраслевого и регионального развития и охрану водных ресурсов.

Этнография

И.И. Ломакина. МОНГОЛЬСКАЯ СТОЛИЦА, СТАРАЯ И НОВАЯ (И УЧАСТИЕ РОССИИ В ЕЕ СУДЬБЕ). М.: Т-во науч. изд. КМК, 2006. 293 с. (Из сер. «Сфера Евразии».)

«Путешествие в Монголию теперь уже далеко не составляет такой редкости, какую оно было даже в начале нашего столетия», — так начиналась книга профессора А.М. Позднеева «Города Северной Монголии» (1880). Спустя столетие выросло не одно поколение, мало что знающее о жизни наших ближайших соседей, интереснейшей истории их столицы, которую европейцы вслед за русскими называли Ургой, китайцы и маньчжуры — Да-Хурэ, сами монголы Их-Хурэ, а с 1924 г. — Улан-Батор.

Книга написана петербургским журналистом-международником Инессой Ломакиной, в 1960-е годы долго работавшей в МНР и посвятившей свою дальнейшую деятельность углубленному изучению различных аспектов истории и культуры этой страны. На основе многолетней работы в архивах и книгохранилищах России и Монголии, поиска и расспросов старожилов, личных наблюдений ею были написаны семь книг монгольской тематики. Последняя стала итогом творчества автора. В ней по известным вехам истории Урги — Улан-Батора в увлекательной форме рассказано о жизни и развитии города, о судьбах не только всех восьми богдо-гэгэнов (теократических правителей Монголии), но и многих других известных жителей, что позволило автору создать яркий образ монгольской столицы. Ее история рассматривается в контексте русско-монгольских отношений за последние три века.

Геофизика

И.П. Трубкин. ВЕТРОВОЕ ВОЛНЕНИЕ (взаимосвязи и расчет вероятностных характеристик). М.: Научный мир, 2007. 315 с.

Монография посвящена исследованию взаимосвязей вероятностных характеристик ветрового волнения и построению аналитических моделей, отвечающих современным запросам и пригодных для разработки новых методов расчета этого физического явления.

В соответствии с этим замыслом автором предложена и описана параметрическая вероятностная модель для линейных и нелинейных преобразований случайного процесса. Она интересна тем, что позволяет с легкостью находить параметры вероятностных распределений и энергетических спектров ветровых волн на мел-

ководье и глубокой воде с учетом их конечной амплитуды.

На основе этой модели исследованы и описаны важные для практического использования характеристики взаимодействия между ветром и волнами, орбитальных волновых движений, возвышений взволнованной поверхности, дифференциальных характеристик (пространственных и временных производных) взволнованной поверхности воды, вращательных характеристик векторных процессов, частотно-углового спектра поля волн и инфрагравитационных волн.

В книге найдены и обоснованы аналитические характеристики (средние частоты и длительности) выбросов возвышений взволнованной поверхности и высот волн, синоптической изменчивости ветрового волнения (штормы и «окна погоды»). На основе выявленных вероятностных взаимосвязей осуществлена доработка известной методики расчета полей гравитационных волн, транспорта наносов и динамики донного рельефа.

Научная новизна работы заключается в разработке комплекса вероятностных моделей, описывающих характеристики ветрового волнения и их взаимосвязи, а также оригинальные теоретические схемы их анализа и расчета. Они могут быть использованы в гидрологии, океанологии, при строительстве и эксплуатации морских гидротехнических сооружений, водного транспорта, при разработке гидрологических приборов.

История науки

О.А. Валькова. ОЛЬГА АЛЕКСАНДРОВНА ФЕДЧЕНКО, 1845—1921. Отв. ред. Б.А. Старостин. М.: Наука, 2006. 318 с. (Из сер. «Научно-биографическая литература».)

Ольга Александровна Федченко — член-корреспондент

Петербургской академии наук, одна из первых российских женщин, профессионально занимавшихся наукой и завоевавших признание и уважение научного сообщества.

Крупный ботаник, Федченко стала автором более 100 научных трудов, среди которых превосходные описания флоры Туркестанского края, Уфимской губернии, Крыма и Кавказа. Неутомимая путешественница, она в числе первых посетила труднодоступные районы Памира, внесла свой вклад в развитие не только ботаники, но зоологии и географии. Описания флоры были сделаны ею впервые или значительно дополнили уже имевшиеся сведения. Федченко стала основательницей и позднее почетным членом Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии, ряда других российских и зарубежных научных обществ и академий.

Ольга Александровна слыла также и талантливым художником, оставившим многочисленные изображения представителей растительного и животного мира, ландшафтов, архитектурных сооружений тех мест, где побывала.

Настоящая книга — первый опыт научного исследования ее жизни и творчества.

История науки

А.А. Болдырев. СЕРГЕЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ СЕВЕРИН. 1901—1993. Отв. ред. акад. В.П. Скулачев. М.: Наука, 2007. 127 с.

Книга о своем учителе, посвященная Сергею Евгеньевичу Северину, основоположнику научной школы отечественных биохимиков, организатору и руководителю кафедры биохимии в Московском университе-

те, написана его учеником в жанре научной биографии, с огромной любовью и уважением к своему герою. Северин предстает на ее страницах не просто великим ученым, а живым человеком, великолепным преподавателем, замечательным лектором и Учителем с большой буквы в самом широком смысле этого слова.

92 года жизни академика Северина вместили в себя многое — революции, мировые войны, террор Сталина и Лысенко, эвакуацию, организацию институтов, лабораторий, новых направлений науки, создание отечественной биохимической школы. Его многочисленные ученики сегодня плодотворно работают в разных областях науки: биохимии, клеточной биологии, биоэнергетике, биофизике.

В биографии отражены не только научные открытия и основные вехи жизненного пути Сергея Евгеньевича, но и его общественная деятельность, направленная на поддержку и воспитание молодых ученых. Отдельная глава посвящена работе всей жизни — открытию биологической роли низкомолекулярных пептидов, карнозина и его производных.

Издание иллюстрировано фотографиями и адресовано широкому кругу читателей, интересующихся развитием отечественного естествознания.

История науки

М.Перутц. МНЕ БЫ РАССЕРДИТЬ ВАС РАНЬШЕ (эссе о науке, ученых и гуманизме). Пер. с англ.: Н.С.Андреева, Н.А.Киселев, Н.Л.Трауберг. М.: Научный мир, 2007. 432 с.

Макс Перутц (1914—2002) был одним из крупнейших уче-

ных XX в. Первым установил пространственную структуру белка, стал создателем белковой кристаллографии и одним из основателей новой науки — молекулярной биологии. В небольшой группе в Кавендишской лаборатории Кембриджа его аспирантом Френсисом Криком и молодым сотрудником Джимом Уотсоном было сделано самое известное открытие современности — установлена структура ДНК. В течение своей долгой жизни в науке Перутц встречался с Лизой Мейтнер, Франсуа Жакобом, Альбертом Сент-Дьёрдьи, Лайнусом Полингом, Джоном Берналом, Дороти Ходжкин и многими другими. Он много знал о представителях ученого мира и имел возможность оценить их деятельность. Это изобретатель отравляющих газов Фритц Хабер, физик-ядерщик Лео Сцилард, академик Андрей Дмитриевич Сахаров, Луи Пастер, Чарльз Дарвин и другие.

В книге, которая уже выдержала несколько англоязычных изданий, собраны произведения Перутца. В главе «Враждебный иностранец» он рассказывает свою полную драматизма историю — сначала студента, а затем эмигранта из Австрии, — о депортации во время войны в концлагерь в Канаде. Потом — внезапное возвращение в Англию и участие в сверхсекретном проекте по созданию ледового аэродрома. В других главах автор увлекательно рассказывает о деле всей своей жизни — открытии структуры и процессе функционирования гемоглобина.

В своих эссе о науке, ученых и гуманизме Перутц исследует открытия, сделанные гигантами науки конца XIX и XX вв., сопоставляя их с порой драматическими мировыми событиями того времени.

Боевой «корабль пустыни»

Н.И.Малых,

кандидат технических наук
Москва

В действующую 5-ю Ударную Армию 771-го артполка я попал в 1944 г. под Варшавой, когда мне было 18 лет. Наши войска перешли в контрнаступление и стремительно продвигались с боями вперед все ближе и ближе к Берлину. Об этом очень много написано участниками этих боев, но я хочу остановиться на несколько другой теме.

В нашей 248-й Одесской Краснознаменной дивизии, состоящей из нескольких полков, я увидел верблюдов. Эти животные, «корабли пустыни», во многих полках тоже «воевали». Они тащили походные кухни, безтарки [повозки с военным снаряжением. — *Н.М.*] Я был очень удивлен, когда увидел верблюдов, и стал расспрашивать старых солдат, откуда они взялись.

И вот что мне удалось узнать — во время тяжелейших боев под Сталинградом, в Астрахани формировалась Резервная Армия. В то тяжелое время очень не хватало боевой техники. Резервная Армия была укомплектована пушками, но машин и даже лошадей абсолютно не было, и стал вопрос, где взять тягло, чтобы тащить пушки. И тогда было найдено решение — организовать тягло из верблюдов. Местные власти отловили почти диких верблюдов, а затем передали их воинским частям. За короткое время красноармейцы, подавляющее большинство которых никогда не видели живых верблюдов, сумели обучить их ходить в упряжках, возить повозки и полевые кухни, а главное — тащить орудия, вес которых превышал одну тонну. Верб-

люд сильнее лошади, и удавалось вместо трех пар лошадей, полагающихся для передвижения орудий, организовать тягу двумя парами верблюдов.

После окружения фашистов в Сталинграде наша Резервная Армия получила приказ двигаться в направлении Ростова. Можно только удивляться, каким образом удалось по распутице, через Сальские степи пройти многие километры. К большому сожалению, наши войска наткнулись на танковую группировку Манштейна, которая после неудачной попытки прорвать кольцо окружения вокруг Сталинграда отступала в направлении Ростова. Красноармейцы рассказывают, что бой был коротким и очень кровавым. Погибло много наших солдат, а о верблюдах и говорить нечего, они ведь представляли крупную цель.

Уже в Ростове уцелевшие наши части были переформированы и укомплектованы техникой. Часть пушек (гаубицы калибра 122 мм) снабдили машинами студебеккерами, но большинство было переведено на конную тягу, и каждую 76-миллиметровую пушку теперь тащили три пары крепких лошадей. К каждой паре был прикреплен солдат-ездовой. Ну, а верблюды? Их осталось довольно много, и солдаты не хотели расставаться со своими любимцами. Многие верблюдов передавали в хозяйственную часть, которая имела в каждом полку, и отныне они выполняли сугубо «мирную» работу. Тащили безтарки с боеприпасами, а также ходили в упряжках, при помощи которых перевозили походные кухни.

Об этом времени сохранилось воспоминание о верблюдах

моего однополчанина Г.И.Частника, проживающего в Харькове, которое он написал в письме в 2001 г.: «В Астрахани наша 5-я батарея получила тягу для орудий верблюдами. Верблюды были и в хоззвезде, они тянули безтарки со снарядами и кухни. На верблюдах мы дошли до реки Миус [Ростов. — *Н.М.*]. Потом нам дали тягу для орудий лошадей и машины, но верблюды оставались в хозчасти. Часть их была в боях побита, но двух ездовой Коротков [по тем временам старик 60 лет. — *Н.М.*], родом из Астрахани, тех верблюдов, на которых он ездил, довел до Берлина».

Этот абзац взят из письма участника тех боев, и я его привел полностью, хотя он отчасти повторяет написанное выше.

Далее пишу о том, что видел сам, и остановлюсь на нескольких эпизодах. Верблюды служат человеку более 4 тыс. лет, но, конечно, они никогда не попадали в такие переделки, которые с ними происходили во время войны. Вот верблюд тянет походную кухню. Из трубы кухни вылетает дымок, варится каша, которую так ждет наступающая впереди пехота. И вдруг воздушный налет. Фашистские стервятники утюжат нас прямо по головам. Кругом разрывы бомб. Ну, а верблюды? Они уже попадали в подобные переделки, и по команде ездовых и кухня, и безтарки галопом мчатся в сторону от дороги, где верблюды ложатся на землю, укрываясь от разрывов бомб. Наверное, это им должно напоминать жизнь в пустыне, где они сталкивались с песчаными бурями. Поэтому они закрывали глаза, вытягивали ноздри, чтобы пыль разрывов не мешала им дышать.



Красноармеец Николай Малых.
1945 г.



Верблюды у Брандербургских ворот.

Но вот кончился налет... Наши верблюды поднимаются и продолжают свой тяжелый путь.

Привал. К верблюду, тащившему кухню, подходит ездовой, он же повар, что-то ему не то шепчет, не то щечочет, и верблюд издает трубные звуки, возвещающие пехоте, что каша готова. И вот вереницей с передовой тянутся солдаты с котелками и термосами за едой. А верблюд? Он гордо оглядывается, солдаты его угощают сахаром и другими вкусными вещами. Кстати, это была верблюдица, и звали ее Тамарой.

А вот другой эпизод, более печальный. Наша дивизия форсировала Одер почти без боя, так как фашисты нас не ждали и в панике бежали. Вместе с передовыми войсками на плацдарм, на котором находился большой населенный пункт Гроссноендорф, переправились и все хозяйственные части. Это было в ночь с 1-го на 2 февраля. А утром фашисты опомнились и подтянули к плацдарму последние резервы. Бросили в бой танки, в небе появились самолеты. Пришлось временно отступить. Фактически отступление было связано с паникой, которую вызвали хозяйственные части, запрудившие всю переправу через Одер. Конечно, на час-

ти плацдарма мы закрепились, и далее его пришлось расширять в тяжелых боях.

Ну а верблюды? Часть из них оказалась на плацдарме, практически в нейтральной зоне. Я видел, как почти на открытом месте, понуро опустив голову к убитой подруге, стоял верблюд. Не знаю, что с ним случилось дальше.

Другой паре верблюдов повезло больше. Дело в том, что плацдарм героически удерживала пехота 902 полка. Вот что об этом пишет командир полка, герой Советского Союза Г.М.Ленев: «На открытой местности, простреливаемой фашистами, мои бойцы увидели двух верблюдов. Это были верблюды нашего полка, и я дал команду увести их в безопасное место. Бойцы с риском для жизни вывели верблюдов из нейтральной зоны и поместили их в подвал. Правда, для этого пришлось расширить вход по высоте и почти насильно втащить их внутрь. Верблюдов звали Мишка и Машка, и они остались живы»*.

Неизвестно, сколько верблюдов дошло до Берлина, но что Машка и Мишка, а также верблюды Короткова дошли — это

* См.: Ленев Г.М. Конец фашистского логова. М., 1973.

совершенно точно. Известно, что уже в Берлине верблюдам на шею пытались повесить разные фашистские ордена, но командир дивизии приказал снять эти ордена, так как эти «корабли пустыни» — достойные воины. И их нужно награждать нашими советскими наградами.

В заключение прошу читателя посмотреть на фото, которое было сделано 2 мая 1945 г. у Бранденбургских ворот в Берлине. Верблюд — очень серьезен, если бы он мог рассказать читателю, как он протопал почти 3 тыс. км, но он может только смотреть, не вполне осознавая тот торжественный момент, который выпал на его долю. А солдат на переднем плане улыбается — что он думает? Позади повозка, из которой верблюдов выпрягли, чтобы они увидели Брандербургские ворота.

Я не могу точно сказать, что это верблюды Короткова или из другой части — важно, что они выполнили фактически историческую миссию — пришли из астраханских степей к Бранденбургским воротам. Неизвестно точно, куда делись верблюды, возможно, их отправили в Московский зоопарк. Вряд ли можно выяснить, добрались ли они до Москвы — с тех пор прошло слишком много времени. ■

Правила для авторов

Журнал «Природа» публикует работы по всем разделам естествознания: результаты оригинальных экспериментальных исследований; проблемные и обзорные статьи; научные сообщения и краткие рефераты наиболее примечательных статей из научных журналов мира; рецензии; персоналии; материалы и документы по истории естественных наук. Поскольку статьи адресуются неспециалистам, желающим знать, что происходит в смежных областях науки, суть проблемы необходимо излагать ясно и просто, избегая узкопрофессиональных терминов и математически сложных выражений. Авторами могут быть специалисты, работающие в том направлении, тема которого раскрывается в статье. Без предварительной апробации научным сообществом статьи не принимаются, а принятые к публикации в «Природе» рецензируют-

ся и проходят редакционную подготовку.

Допустимый объем статьи — до 30 тыс. знаков (с пробелами). В редакцию статьи можно прислать по электронной почте прикрепленными файлами или на любом из следующих носителей: компакт-дисках CD-R или CD-RW; дисках DVD+R или DVD+RW; дисках Zip 100 Mb; на устройствах, поддерживающих USB. Для сжатых файлов необходимо представить свой архиватор. Самораспаковывающиеся архивированные файлы не принимаются.

Текст статьи, внутри которого библиографические ссылки нумеруются по мере цитирования, аннотация (на русском и английском языках), таблицы, список литературы и подписи к иллюстрациям оформляются одним файлом в формате MS с расширением doc, txt или rtf. Иллюстрации присылаются отдельными файлами. Если пере-

сылаемый материал велик по объему, следует архивировать его в формат ZIP или RAR.

Принимаются растровые изображения в форматах: EPS или TIFF — без LZW-компрессии. Цветные и полутоновые изображения должны иметь разрешение не ниже 300 dpi, черно-белые (B/W, Bitmap) — не менее 800 dpi. Принимаются векторные изображения в формате COREL DRAW CDR (версии 9.0—11.0) и Adobe Illustrator EPS (версий 5.0—8.0).

Редакция высылает автору статью для согласования только в виде корректуры. Все авторские исправления необходимо выделять цветом, курсивом, полужирным шрифтом и т.д. и не трогать формулы и специальные символы (греческие буквы, математические знаки и т.п.), в которых ошибки не допущены.

Поступление статьи в редакцию подтверждает полное согласие автора с правилами журнала.

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
С.В.ЧУДОВ

Художественный редактор
Т.К.ТАКТАШОВА

Заведующая редакцией
И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА

Младший редактор
Г.С.ДОРОХОВА

Перевод:
С.В.ЧУДОВ

Набор:
Е.Е.ЖУКОВА

Корректоры:
В.А.ЕРМОЛАЕВА
М.В.КУТКИНА

Графика, верстка:
А.В.АЛЕКСАНДРОВА

Свидетельство о регистрации
№1202 от 13.12.90

Учредитель:
Российская академия наук,
президиум
Адрес издателя: 117997,
Москва, Профсоюзная, 90

Адрес редакции: 119049,
Москва, Мароновский пер., 26
Тел.: 238-24-56, 238-25-77
Факс: (095) 238-24-56
E-mail: priroda@naukaran.ru

Подписано в печать 15.04.2008
Формат 60×88 1/8
Офсетная печать, усл. печ. л. 10,32,
усл. кр.-отт. 67,8 тыс., уч.-изд. л. 12,2
Заказ 151
Набрано и сверстано в редакции

Отпечатано в ППП типографии «Наука»
Академиздатцентра «Наука» РАН,
121099, Москва, Шубинский пер., 6