

# ПРИРОДА

1 04



**В НОМЕРЕ:****3 ЛАУРЕАТЫ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ  
2003 ГОДА****Фомин И.А.****По физике – А.А.Абрикосов,  
В.Л.Гинзбург, Э.Дж.Легgett (3)****Владимиров Ю.А., Осипов А.Н.****По физиологии и медицине  
П.Лаутербур и П.Мэнсфилд (6)****Белянова Л.П.****По химии – П.Эгр и Р.Мак-Киннон (9)****МЕЖДУНАРОДНЫЕ НАГРАДЫ –  
РОССИЙСКИМ УЧЕНЫМ****16****Медаль Дирака – В.Е.Захарову (16)****Премия Грубера – Р.А.Сюняеву (16)****Призы за подводные  
исследования (17)****18 Скворцов А.К.****Биосфера и ноосфера глазами  
биолога**

*Размышления о некоторых общих проблемах биологии охватывают самый широкий круг вопросов: от уровней организации материи до формирования ноосферы и участия в этом процессе человека.*

**Лекторий****25 Головин Ю.И.****Нанотехнологическая революция  
стартовала!**

*Нанонаука и нанотехнология имеют дело с объектами нанометровых размеров. Переходу к атомно-молекулярному масштабу сопутствуют не количественные, а качественные изменения характеристик материалов. Как повлияют новые технологии на нашу жизнь?*

**Научные сообщения****37 Ткаченко К.Н.****Тигры на Хехцире****Никонов А.А.****Скальные обвалы в Горном  
Крыму (42)****Научные сообщения****Кудрявцева А.И., Черезова О.С.****Минералы в костях динозавров  
из урочища Калбак-Кыры (47)****49 Зубрева М.Ю.****История океанографии на берегу  
реки Преголи****56 Городницкий А.М.****Под парусами «Крузенштерна»**

*История научных исследований на этом паруснике под флагом военной гидрографии в 1961–1965 гг. оказалась незаслуженно забытой.*

**Наследие****64****«За СССР выявляется лик  
исстрадавшейся России»**

Письма В.И.Вернадского детям

**Архивные SMS-ки****81****Признание доктора Мандта****Новости науки****82**

Самая сплюснутая звезда. **Сурдин В.Г.** (82). УФ-излучение в межзвездной среде (83). Солнце разорвало комету хвост (83). «Cassini» завершил изучение Юпитера (84). Электролюминесценция на углеродных нанотрубках (85). Кооперация бактерий и возникновение многоклеточности. **Гиляров А.М.** (85). Глобальные процессы и эволюция беличьих (86). Стерилизация поможет? (86). Земноводные и пресмыкающиеся в зоомагазинах (87). Спасти антилопу чиру (87). Звуки со дна океана (87). Климат Прибалтики за последнюю тысячу лет (88). **Коротко (36)**

**Рецензии****89 Сурдин В.Г.****К горизонтам познания****Новые книги****92****Встречи с забытым****93 Игнатъев С.М.****Охота на китов в Антарктике**

## CONTENTS:

### 3 2003 NOBEL PRIZE WINNERS

**Fomin I.A.**

**For Physics: A.A.Abrikosov, V.L.Ginzburg, and A.Leggett (3)**

**Vladimirov Yu.A. and Osipov A.N.**

**For Physiology and Medicine: P.Lauterbur and P.Mansfield (6)**

**Belyanova L.P.**

**For Chemistry: P.Agre and R.MacKinnon (9)**

### INTERNATIONAL AWARDS TO RUSSIAN SCIENTISTS

**16**

**The Dirac Medal to V.E.Zakharov (16)**

**The Gruber Prize to R.A.Syunyaev (16)**

**Prizes for Submarine Studies (17)**

**18 Skvortsov A.K.**

**The Biosphere and Noosphere through the Eyes of a Biologist**

*The author's reflections on some general aspects of biology cover a wide range of topics, from the levels of organization of matter to the evolution of the noosphere and the involvement of humans in this process.*

### Lectures

**25 Golovin Yu.I.**

**The Nanotechnological Revolution Has Started!**

*Nanoscience and nanotechnology deal with nanometer-sized objects. Going down to the atomic scale is accompanied by qualitative rather than quantitative changes in the characteristics of materials. How will the new technologies affect our life?*

### Scientific Communications

**37 Tkachenko K.N.**

**Tigers on Khekhtsir**

**Nikonov A.A.**

**Rockslides in Mountainous Areas of the Crimea (42)**

### Scientific Communications

**Kudryavtseva A.I. and Cherezova O.S.**

**Minerals in Dinosaur Bones from the Kalbak-Kyry Site (47)**

**49 Zubreva M.Yu.**

**The History of Oceanography on the Bank of the Pregolya River**

**56 Gorodnitsky A.M.**

**Under the Sails of the Krusenstern**

*The history of research conducted aboard this sailboat under the flag of military hydrography in 1961–1965 has been undeservedly forgotten.*

### Legacy

**64**

**«It is the Face of Long-Suffering Russia that Comes out behind the USSR»**

V.I.Vernadsky's Letters to His Children

### Archival SMSs

**81**

**Dr. Mandt's Confession**

### Science News

**82**

The Most Flattened Star. **Surdin V.G. (82)**. UV Radiation in the Interstellar Medium **(83)**. The Sun Has Torn the Tail off a Comet **(83)**. Cassini Has Completed the Study of Jupiter **(84)**. Electroluminescence on Carbon Nanotubes **(85)**. Cooperation of Bacteria and Multicellularity. **Ghilyarov A.M. (85)**. Global Processes and the Evolution of the Squirrel's Family **(86)**. Will Sterilization Help? **(86)**. Amphibians and Reptiles in Pet Stores **(87)**. Save the Tibetan Antelope **(87)**. Sounds from the Ocean Floor **(87)**. The Baltic Climate over the Last 1000 Years **(88)**.

**In Brief (36)**

### Book Reviews

**89 Surdin V.G.**

**Toward the Frontiers of Knowledge**

### New Books

**92**

### Encounters with the Forgotten

**93 Ignatyev S.M.**

**Whaling in Antarctica**

# Лауреаты Нобелевской премии 2003 года

## По физике — А.А.Абрикосов, В.Л.Гинзбург, Э.Дж.Леггетт

**Н**обелевская премия по физике за 2003 г. присуждена А.А.Абрикосову, В.Л.Гинзбургу и Э.Дж.Леггетту за пионерский вклад в теорию сверхпроводников и сверхтекучих жидкостей.

Академик Алексей Алексеевич Абрикосов, имеющий ныне российское и американское гражданство, родился в Москве в 1928 г. Окончив Московский государственный университет, до 1965 г. работал в Институте физических проблем АН СССР, а затем — в Институте теоретической физики АН СССР и Институте физики высоких давлений АН СССР. В начале 90-х годов покинул страну. Сейчас является почетным сотрудником Аргонской национальной лаборатории (Иллинойс, США).

Академик Виталий Лазаревич Гинзбург родился в Москве в 1916 г. Выпускник Московского государственного университета (1938), он с 1940 г. и по настоящее время работает в Физическом институте Академии наук, где долгое время возглавлял теоретический отдел. На протяжении нескольких десятилетий руководил Общесмоковским физическим семинаром. Член ряда зарубежных академий и научных обществ.

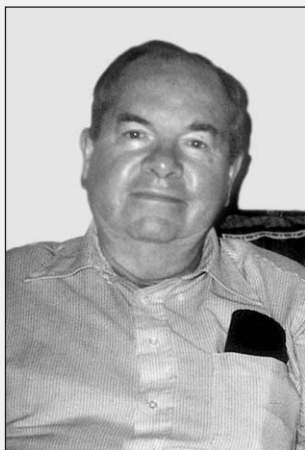
Энтони Леггетт (Anthony Leggett) родился в 1938 г. в Лон-

доне. Оставаясь британским подданным, стал также гражданином США. Докторскую степень по физике получил в Оксфордском университете, а сейчас — профессор в Университете штата Иллинойс (США). Э.Леггетт — иностранный член Российской академии наук.

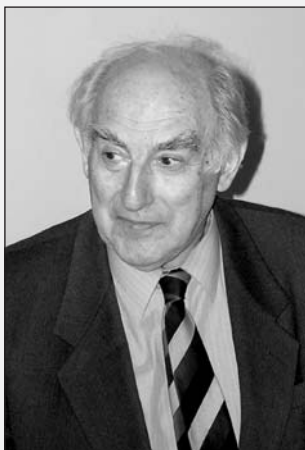
Работы по сверхпроводимости и сверхтекучести уже не раз отмечались Нобелевскими премиями. Нынешняя премия — шестая в области сверхпроводимости и четвертая в области сверхтекучести. Явления эти родственные и безусловно — фундаментальные. Особый интерес к ним связан с тем, что в обоих случаях мы сталкиваемся с действием квантовых законов в макроскопических масштабах. Конечно, правильное понимание многих явлений в физике конденсированного состояния, даже таких привычных, как течение электрического тока по проводам или намагничивание железа, основано на квантовых законах. Однако, если не копаться слишком глубоко, в большинстве случаев удается обойтись простыми классическими моделями, известными из школьных учебников. Сверхпроводимость и сверхтекучесть не поддаются объяснению на школьном уровне. Попытки наглядного описания этих явлений содержат внутренне противоречивые обра-

зы, такие как жидкость, текущую с двумя разными скоростями одновременно, или же «квазимолекулы», образованные двумя электронами, но имеющие размер намного больше среднего расстояния между электронами, из которых состоит газ. Из-за отсутствия наглядности очень важно иметь правильную и по возможности простую теорию, которая позволяла бы ориентироваться в необычном поведении сверхпроводников и предсказывать их свойства. Такую роль уже более полувека играет теория В.Л.Гинзбурга и Л.Д.Ландау, предложенная авторами в 1950 г.

В отсутствие магнитного поля переход металла в сверхпроводящее состояние есть непрерывный фазовый переход, или переход второго рода. Теория Гинзбурга и Ландау — последовательное применение к сверхпроводимости общей теории фазовых переходов, сформулированной Ландау в 1937 г. Применение это оказалось, однако, не простым. В теории Ландау непрерывные переходы связываются с изменением симметрии фазы, в которой находится рассматриваемое вещество. Формально симметрия описывается параметром порядка — математической величиной, зависящей от того, какая симметрия нарушается при рассматри-



А.А.Абрикосов.



В.Л.Гинзбург.



Э.Дж.Леггетт.

ваемом фазовом переходе. Вид параметра порядка обычно устанавливается из физических соображений, так, для ферромагнетика его роль играет спонтанная намагниченность.

В сверхпроводнике параметр порядка — комплексная функция координат, она во многом похожа на волновую функцию частицы в квантовой механике и была обозначена той же буквой  $\Psi$ . Симметрия, которая нарушается при переходе в сверхпроводящее состояние, — калибровочная, т.е. симметрия по отношению к изменению комплексной фазы функции  $\Psi$ . Когда в 1957 г. была построена микроскопическая теория сверхпроводимости, стало ясно, что  $\Psi$  — волновая функция, описывающая движение как целого куперовских пар, тех самых «квазимолекул», которые упоминались выше. В статье Гинзбурга и Ландау выведено уравнение для функции  $\Psi$  и установлена связь этой функции с наблюдаемыми физическими величинами, в частности со сверхпроводящими токами и создаваемыми ими магнитными полями. Несмотря на то, что теория Гинзбурга и Ландау применима только вблизи температуры перехода металла в сверхпроводящее состояние и описывает лишь стационарные явления, она оказалась мощным инструментом исследования различных сверхпроводников. Большое достоинство данной теории — ее общность. В последние годы открыто много новых сверхпроводящих соединений, включая высокотемпературные сверхпроводники, к которым не применима микроскопическая теория сверхпроводимости. В этих условиях теория Гинзбурга и Ландау остается единственным средством, позволяющим разобрататься в наблюдаемых свойствах этих соединений.

Одним из наиболее ярких применений теории Гинзбурга и Ландау стала построенная А.А.Абрикосовым теория сверхпроводников второго рода.

Деление сверхпроводников на две большие группы — первого и второго рода формально производится по знаку поверхностной энергии, т.е. энергии границы, разделяющей сверхпроводящую и нормальную фазы в магнитном поле, в расчете на единицу площади границы. Выражение для поверхностной энергии через характеризующие сверхпроводник постоянные было приведено в уже упоминавшейся статье Гинзбурга и Ландау 1950 г., там же было отмечено, что поверхностная энергия может быть как положительной, так и отрицательной, но рассмотрен был только случай положительных энергий. Реальное существование сверхпроводников с отрицательной поверхностной энергией предположили А.А.Абрикосов и Н.В.Заварицкий в 1952 г. при интерпретации экспериментов Заварицкого по исследованию критических магнитных полей тонких сверхпроводящих пленок.

Полная теория сверхпроводников второго рода была опубликована Абрикосовым в 1957 г. Магнитные свойства сверхпроводников с разными знаками поверхностной энергии кардинально различны. Чтобы не вводить несущественные усложнения, обычно имеют в виду образец в форме длинного цилиндра с осью, параллельной полю. В сверхпроводниках первого рода (с положительной поверхностной энергией) наблюдается эффект Мейснера, т.е. магнитное поле, меньшее некоторого критического значения  $H_{cm}$  (обычно порядка нескольких сотен эрстед), вытесняется из толщи сверхпроводника. Поле, большее  $H_{cm}$ , разрушает сверхпроводимость. В сверхпроводниках второго рода картина иная: магнитные поля с очень малой напряженностью также вытесняются сверхпроводником, однако по мере роста поля при некотором значении  $H_{c1} < H_{cm}$  поле начинает проникать в сверхпроводник в виде кван-

тованных вихрей. Магнитное поле сосредоточено в области ствола вихря, где сверхпроводимость подавлена. Проникновению поля за пределы ствола препятствуют сверхпроводящие токи, циркулирующие вокруг ствола, причем произведение величины поля на площадь поперечного сечения ствола равно кванту магнитного потока  $\Phi_0 = \pi \hbar c / e$ , где  $e$  — заряд электрона,  $c$  — скорость света, а  $\hbar$  — постоянная Планка.

При дальнейшем увеличении поля число проникших в сверхпроводник вихрей растет. Они образуют треугольную решетку, которую современные экспериментальные методы позволяют увидеть и сфотографировать. Тем самым квантование потока становится непосредственно видимым. Разрушение сверхпроводимости происходит в поле  $H_{c2}$ , когда начинают перекрываться стволы вихрей. Это поле может в десятки раз превышать критическое поле  $H_{cm}$ . Благодаря тому, что сверхпроводники второго рода могут оставаться в сверхпроводящем состоянии в сильных магнитных полях, их используют при изготовлении сверхпроводящих магнитов, работающих в современных ускорителях, плазменных реакторах, медицинских томографах. Это — главная область практического применения явления сверхпроводимости.

Третьему лауреату этого года профессору Э.Леггетту премия присуждена за вклад в теорию сверхтекучести жидкого  $^3\text{He}$ . Атомы  $^3\text{He}$ , в отличие от химически идентичного  $^4\text{He}$ , имеют спин  $1/2$  и подчиняются статистике Ферми. Переход жидкости, состоящей из атомов  $^3\text{He}$ , в сверхтекучее состояние возможен только в результате образования куперовских пар. Взаимодействие, которое порождает куперовские пары в жидком  $^3\text{He}$ , отличается от фононного притяжения электронов, ответственного за связывание подоб-

ных пар в металлах. В  $^3\text{He}$  более выгодным оказывается образование пар из фермиевских частиц с относительным моментом количества движения 1 (в единицах  $\hbar$ ). В силу симметричных запретов и спин такой пары также должен быть равным 1, а не 0, как у электронов в металлах. В результате куперовская пара перестает быть симметричной. Говоря формально, вместе с калибровочной симметрией нарушаются и другие симметрии, например, по отношению к пространственным поворотам. Такое куперовское спаривание назвали необычным, и впервые оно было обнаружено и изучено в жидком  $^3\text{He}$ . Более сложное нарушение симметрии требует для своего формального описания более сложного параметра порядка. Вместо одной комплексной функции в металлических сверхпроводниках в  $^3\text{He}$  приходится иметь дело с комплексной матричной функцией координат, имеющей размерность  $3 \times 3$ . Из-за этого оказывается возможным существование нескольких различных сверхтекучих фаз. В эксперименте, в котором была открыта сверхтекучесть  $^3\text{He}$ , наблюдались две фазы —  $A$  и  $B$ . Позднее, при исследовании поведения вновь открытых фаз в сильном магнитном поле, была обнаружена еще одна —  $A_1$ -фаза.

Первый вопрос, на который необходимо было ответить — какой параметр порядка соответствует каждой из фаз. Решающую роль в ответе сыграла построенная Леггеттом теория магнитной динамики сверхтекучего  $^3\text{He}$ . С помощью выведенных им уравнений Леггетт нашел измеряемые методом ЯМР сдвиги резонансных частот для возможных параметров порядка. Сравнение с экспериментом позволило однозначно идентифицировать все обнаруженные фазы. Леггетт предсказал существование в сверхтекучем  $^3\text{He}$  новой — продольной — моды

магнитного резонанса, что также совпало с результатами наблюдений. Быстрый успех в исследовании других свойств сверхтекучего  $^3\text{He}$  в значительной мере был обусловлен правильной идентификацией параметра порядка обнаруженных фаз. Уравнения Леггетта позволяют интерпретировать результаты, полученные в  $^3\text{He}$  для сложных экспериментальных ситуаций, например, когда параметр порядка изменяется в пространстве или в сосуде со сверхтекучим гелием имеются квантованные вихри. С помощью этого метода удается даже отличить имеющиеся в  $^3\text{He}$  разные типы вихрей. Предполагается использовать метод ядерного резонанса и уравнения Леггетта для исследования квантовой турбулентности.

Вслед за  $^3\text{He}$  были открыты металлические сверхпроводники, в которых также осуществляется необычное куперовское спаривание:  $\text{UPt}_3$ ,  $\text{UBe}_{13}$ ,  $\text{UGe}_2$  и другие соединения. Их исследование в значительной мере опиралось на результаты и теоретические методы, разработанные для  $^3\text{He}$ . Правда, метод магнитного резонанса в этих соединениях не столь эффективен, как в  $^3\text{He}$ , может быть, поэтому ни в одном из необычных сверхпроводников пока не произведена уверенная идентификация новых фаз.

Здесь были упомянуты лишь те работы лауреатов, которые имел в виду Нобелевский комитет, присуждая им премию. Вклад каждого из них даже в ту область, за которую присуждена премия, не исчерпывается перечисленными результатами. Все трое известны своими работами и в других разделах физики.

© Член-корреспондент РАН  
**И.А.Фомин**  
 Институт физических проблем  
 им.П.Л.Капицы РАН  
 Москва ■

## По физиологии и медицине — П.Лаутербур и П.Мэнсфилд

**Ш**естого октября 2003 г. Нобелевский комитет присудил премию в области физиологии и медицины двум выдающимся ученым из США и Великобритании — П.Лаутербуру и П.Мэнсфилду «...за решающий вклад в изобретение и развитие метода магнитной резонансной томографии».

Пол Лаутербур (Paul C.Lauterbur) родился в 1929 г. в Сиднее (штат Огайо, США), окончил Технологический институт Кейза в Кливленде, а в 1962 г. получил докторскую степень по химии в Университете Питсбурга (Пенсильвания). С 1969-го по 1985 г. был профессором химии и радиологии в Нью-Йоркском университете (Стони Брук). В 1985—1990 гг. — профессор медицинского колледжа Иллинойского университета. Сегодня он — профессор и директор биомедицинской магнитно-резонансной лаборатории медицинского центра в Университете штата Иллинойс (Урбана-Шампейн). Вся научная карьера Лаутербура связана с методом ядерного магнитного резонанса. Он первым обнаружил анизотропные химические сдвиги в монокристаллах, применив метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР) на ядрах  $^{31}\text{P}$ ,  $^{19}\text{F}$  и  $^{13}\text{C}$ , а также опубликовал спектры ЯМР соединений олова. Известны также и пионерные работы Лаутербура, посвященные ЯМР-исследованию белков на ядрах  $^{13}\text{C}$ .

В 1972 г. Лаутербур получил первое в мире двухмерное ЯМР-изображение двух стеклянных капилляров, заполненных жидкостью (правда, на это ушло более 4 часов). Через год он опубликовал в журнале «Nature» статью, в которой были представлены трехмерные изображения объектов, полученные по спек-

трам протонного магнитного резонанса (ПМР) воды из этих объектов. Эта работа и легла в основу метода магнитной резонансной томографии (МРТ). Первые томографы для исследования тела человека появились в клиниках в 1980—1981 гг., а сегодня томография стала целой областью медицинской диагностики (рис.1).

В чем заслуга Лаутербура? Ведь само по себе явление ядерного (в том числе протонного) магнитного резонанса уже было известно. В 1946 г. американские физики Ф.Блох и Р.Пурселл независимо друг от друга открыли явление ядерного магнитного резонанса для жидкостей и твердых тел. В 1952 г. за эту работу оба были удостоены Нобелевской премии по физике, а сам ЯМР начал использоваться в физической и органической химии, физике твердых тел, биофизике и биохимии.

Ядерный магнитный резонанс основан на том, что в магнитном поле ядра атомов поглощают электромагнитные колебания. В процессе могут участвовать только ядра, обладающие магнитными свойствами (количественно это выражается моментом ядра). Наибольшее отношение магнитного момента к массе у ядер атомов водорода, протонов. Поскольку биологические объекты состоят в основном из воды, содержащей протоны, то каждый участок организма, помещенный в магнитное поле, поглощает электромагнитные колебания. Однако этот процесс наблюдается лишь в том случае, когда энергия квантов электромагнитного колебания достаточна для изменения ориентации протонов (рис.2). Например, в нашем теле электромагнитные волны при заданной частоте будут поглощаться протонами только при



П.Лаутербур.



П.Мэнсфилд.

совершенно определенной напряженности внешнего магнитного поля. Это и есть условие резонанса (отсюда ПМР — протонный магнитный резонанс).

Суть изобретения Лаутербура в том, что он помещал исследуемые объекты не в однородное магнитное поле (как химики, изучая структуру и свойства молекул в растворах), а в магнитное поле, имеющее плавно меняющуюся напряженность (градиент). В этих условиях резонансное поглощение наблюдается не по всему телу, а только в плоскости сечения, в которой соблюдается резонанс (рис.3). Если плавно менять напряженность поля при сохранении градиента, то плоскость, где протоны поглощают электромагнит-

ные колебания, будет сдвигаться. Так одно за другим можно измерять поглощение в разных слоях объекта. Определить поглощение в определенной точке можно, последовательно измеряя его при прохождении волн сверхвысокой частоты через объект, к которому приложено магнитное поле с градиентами по трем взаимно перпендикулярным направлениям.

Таким образом, наблюдать сигнал от небольших участков образца позволяет неоднородное магнитное поле. Изменяя его во времени и пространстве, можно получать сигнал от разных участков объекта и создавать пространственную картину. Неоднородность поля резко снижает интенсивность сигнала образца (так как реагирует только малая часть). В связи с этим наблюдать сигналы можно только от ядер, находящихся в высокой концентрации, — в организме человека и животных — в молекулах воды. При подаче импульсов сверхвысокой частоты в виде определенных сигналов, следующих друг за другом, можно различить свободные молекулы воды и молекулы, связанные с белковыми и иными структурами в ткани. Это обстоятельство дает возможность отличить сигналы ткани от таковых межтканевой жидкости и тканей разной плотности.

Однако возможность получения электрических сигналов — это лишь половина современного метода магнитно-резонансной томографии. Обработка, сигналов поступающих от датчиков томографа, требует огромного объема вычислений, осуществляемых мощным компьютером. В основе математических расчетов лежат преобразования Фурье, которые широко используются сейчас и во многих других областях, к примеру, при записи музыкальных мелодий в цифровом формате. Большая заслуга в разработке математического аппарата, позволяющего строить пространствен-



Рис. 1. Томограммы среза мозга человека (на врезке) и голеностопного сустава с переломом.

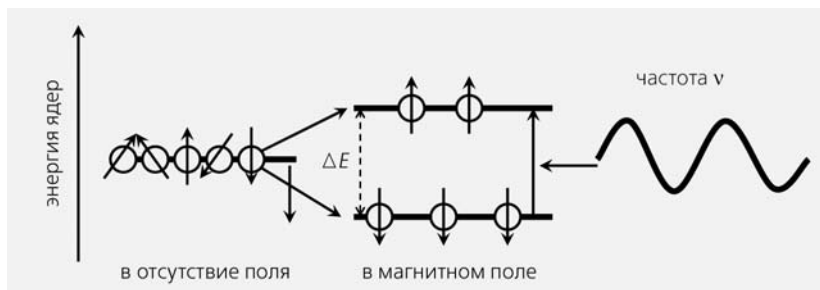


Рис. 2. Резонансное поглощение протонов в магнитном поле.

При поглощении электромагнитных колебаний направление магнитного момента изменяется на противоположное и электроны переходят с нижнего уровня на верхний. Поглощение возможно, когда энергия кванта электромагнитной волны ( $E = h\nu$ ) равна разнице в энергии уровней ( $\Delta E$ ), которая в свою очередь пропорциональна напряженности магнитного поля  $B$ .



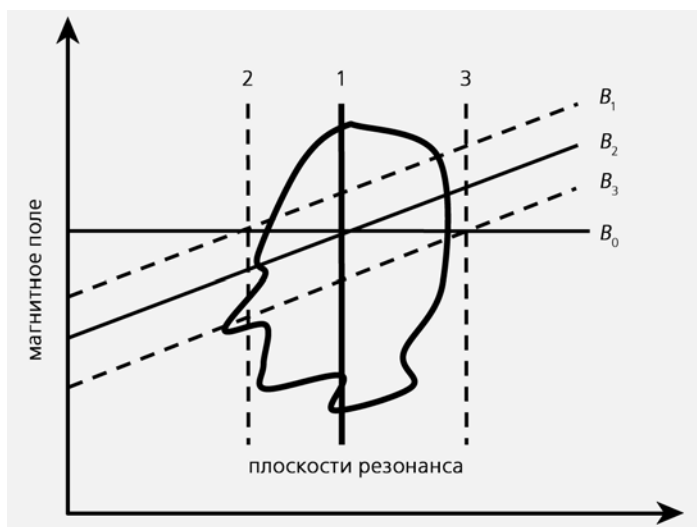


Рис.3. Резонансное поглощение СВЧ в градиентном магнитном поле. К объекту приложено градиентное магнитное поле, напряженность которого растет слева направо. В плоскости 1 напряженность поля  $B_1$  равна напряженности поля  $B_0$ , соответствующей условию резонанса, и наблюдается поглощение СВЧ-волн. Если изменить напряженность градиентного магнитного поля до  $B_2$  или  $B_3$ , соответственно поглощение сдвинется в плоскость 2 или 3.

ные изображения объектов на основе анализа электрических сигналов, принадлежит второму нобелевскому лауреату — Питеру Мэнсфилду.

Питер Мэнсфилд (Peter Mansfield) — уроженец Великобритании (1933 г.), окончил колледж Королевы Марии Лондонского университета в 1959 г. и там же через три года получил степень доктора философии по физике. Затем в течение двух лет стажировался на физическом факультете Иллинойского университета, с 1964 г. преподавал на физическом факультете Ноттингемского университета. В 1972—1973 гг. был приглашенным профессором в отделе медицинских исследований Института Макса Планка, с 1979 г. — профессор физического факультета Ноттингемского университета. В настоящее время работает в Центре магнитных исследований отделения физики и астрономии Ноттингемского университета. За свои научные заслуги Мэнсфилд в 1983 г. был награжден золотой медалью международного Общества по применению магнитного резонанса в медицине (Society of Magnetic Resonance in Medicine), а в 1995 г. — золотой медалью Европейского общества радиологов, почетной премией Европейского общества по изучению магнитного резонан-

са (European Magnetic Resonance Society).

Открытие Мэнсфилда, которое вначале могло показаться сугубо теоретическим, оказалось вторым краеугольным камнем нового эффективного метода получения изображений внутренних органов человека. В наше время этот метод вошел в повседневную практику обследования пациентов. Сегодня, спустя 30 лет после открытия магнитно-резонансной томографии, ежегодно проводится около 60 млн таких исследований. МРТ широко используется в предоперационных обследованиях, что особенно важно для микрохирургии; она незаменима при диагностике многих заболеваний, в первую очередь раковых, поскольку позволяет точно определить локализацию опухоли и метастазов.

Интересно проследить динамику Нобелевских премий в области компьютерной томографии. В 1979 г. премия по медицине была присуждена Г.Н.Хаунсфилду и А.М.Кормаку за разработку компьютерного рентгеновского сканирующего томографа (Природа. 1980. №1. С.91—93); в 1991 г. премию по химии получил Р.Эрнс за развитие методов спектроскопии ядерного магнитного резонанса (Природа. 1992. №1. С.96—99), а в 2002 г. — К.Вютрих за разра-

ботку ЯМР-спектроскопии для определения третичной структуры макромолекул в растворе (Природа. 2003. №1. С.75—80).

Работа лауреатов 2003 г. Лаутербура и Мэнсфилда во многом способствовала развитию одного из ведущих методов неинвазивной диагностики. Современные магнитно-резонансные томографы с высокой разрешающей способностью могут различать объекты, находящиеся на расстоянии в 10 мкм. Применение контрастирующих веществ позволяет изучать кровеносную систему органов и тканей, обнаруживать сужение капиллярного русла и участки тромбоза. Измерение времени релаксации протонов дает возможность получать не только трехмерную картину органа или ткани, но и измерять скорость кровотока в ней. Значение этого метода для медицины сравнимо лишь с применением рентгеновских лучей для диагностики, не говоря о том, что магнитно-резонансная томография безвредна и во многих случаях дает результаты, которые трудно получить рентгеновскими методами.

© Академик РАМН

**Владимиров Ю.А.,  
Осипов А.Н.,**

доктор биологических наук  
Российский государственный медицинский университет  
Москва ■

## По химии — Р.Мак-Киннон и П.Эгр

Нобелевская премия по химии за 2003 г. присуждена двум американским ученым — Р. Мак-Киннону и П. Эгру — за фундаментальные открытия, касающиеся переноса ионов и молекул воды через клеточную мембрану. Первый из них расшифровал структурную и физическую основы функционирования ионных каналов, а второй — открыл и охарактеризовал канальный белок, служащий для проникновения молекул воды сквозь клеточную мембрану.

Родерик Мак-Киннон (Roderick MacKinnon), родившийся в 1956 г., вырос в Берлингтоне, пригороде Бостона (шт. Массачусетс). Окончил Университет Брендиса в Бостоне, в 1982 г. стал доктором медицины в бостонской Медицинской школе Тафтса. С 1996 г. — профессор молекулярной нейробиологии и биофизики в Рокфеллеровском университете (Нью-Йорк).

От структуры любого соединения зависят, как известно, его свойства, а в живом организме и функции. Именно структурные исследования и послужили основой для понимания работы ионных каналов в клеточной мембране, образованных белковыми молекулами (или их комплексами), которые пронизывают ее насквозь. Работой канальных белков обеспечивается клеточный обмен веществами, в том числе неорганическими катионами (в основном  $K^+$ ,  $Na^+$  и  $Ca^{2+}$ ) и анионами (главным образом  $Cl^-$ ), причем почти для каждого вида ионов имеются свои собственные каналы. Благодаря передвижению ионов через мембрану на ней возникает разность потенциалов, генерируются электрические токи, без которых невозможна жизнь клетки, на передаче электрических

сигналов основана работа мозга, важнейшего органа животных.

Еще в конце XVIII в. Л.Гальвани установил электрическое происхождение нервных импульсов. И только в начале 20-го столетия немецкий физиолог Дж.Бернштейн не доказал, а предположил, что разность электрических потенциалов между наружной и внутренней мембранными поверхностями нервной клетки обусловлена неодинаковым распределением ионов. Неудивительно, что работы по выяснению, как и благодаря чему это происходит, велись во многих лабораториях мира. За исследования, так или иначе связанные с проницаемостью мембран для заряженных частиц, уже присуждалась Нобелевская премия: в 1963 г. — Дж.Экклсу, А.Ходжкину и Э.Хаксли, в 1991 — Э.Нейеру и Б.Закману<sup>1</sup> (обе по физиологии и медицине), в 1997 — П.Бойеру, Дж.Уокеру и Й.-К.Скоу<sup>2</sup>.

Мак-Киннон и его коллеги расшифровали структуры и механизм функционирования нескольких бактериальных белков, каждый из которых формирует канал, проводящий ионы калия в ответ на изменение мембранного потенциала. Для этого понадобилось использовать биохимические методы, мутагенез, клонирование белкового гена, экспрессию белка, получать моноклональные антитела, изучать влияние ингибиторов в электрофизиологических опытах. Из физических методов исследования применялась масс-спектромет-

<sup>1</sup> Костюк П.Г. Лауреаты Нобелевской премии 1991 года. По физиологии и медицине — Э.Нейер и Б.Закман // Природа. 1992. №1. С.99—101.

<sup>2</sup> Виноградов А.Д., Болдырев А.А. Лауреаты Нобелевской премии 1997 года. По химии — П.Бойер, Дж.Уокер и Й.-К.Скоу // Природа. 1998. №1. С.109—112.



Р.Мак-Киннон



П.Эгр

рия, непосредственно структура белка была установлена рентгенокристаллографически и на ее основе построены стереомодели с помощью компьютера. Работа поистине гигантская и результаты весьма впечатляющие! Ведь не только определено положение каждого структурного элемента в общей конструкции канала, но и механизм, который обеспечивает избирательность катионной проводимости и чувствительность к изменению потенциала на мембране.

Любой ионный канал, или пора, имеет узкий селективный фильтр и ворота, причем образованы они разными структурными элементами белка. Ворота могут открываться и закрываться в ответ на изменение мембранного потенциала, концентрации иона, механическое воздейст-

вие, связывание с определенной сигнальной молекулой и т.д.

Катионные каналы (калиевые, натриевые и кальциевые), зависящие от потенциала на мембране и образующие большое семейство, построены по одному принципу. Самым подробным образом он представлен Мак-Кинноном на примере канального белка KvAP, выделенного из археобактерии *Aeropyrum pernix*. Его четыре одинаковые молекулы (субъединицы) окружают центральную проводящую ионы пору, стенки которой «облицованы» двумя гидрофобными спиральными сегментами — S5 и S6 — каждой субъединицы. Таких сегментов-спиралей, гибко соединенных между собой петлями, шесть. Вместе они составляют два разных функциональных участ-

ка — селективный фильтр (S5 и S6), определяющий ионную избирательность, и сенсор (S1—S4), реагирующий на изменение потенциала (рис.1). В этом структурном элементе особенно важны первые четыре остатка аргинина, несущие положительные заряды. За счет гибкости сочленения спиралей вся конструкция способна менять конформацию, чем обеспечивается закрытое или открытое состояние ворот и быстрый, избирательный перенос катионов.

Карбонильные атомы кислорода шести следующих друг за другом аминокислот (треонина, валина, глицина, тирозина и глицина), находящихся в узком селективном фильтре, направлены к его просвету, благодаря чему они координируют ионы

калия. Боковые же цепи валина и тирозина — «смотрят» внутрь гидрофобной сердцевины, и тем стабилизируют основную цепь проводящей поры.

Сегмент S6 способен отклоняться от оси центральной поры за счет глицина, посредством которого сочленяется со спиралью S5. Соединенный с ней напрямую датчик потенциала во время работы канала оттягивает ее от оси поры, а следом отклоняется и спираль S6. Таким образом, они движутся вместе, как единое целое.

Положение сегментов фильтра и сенсорной части в KvAP было определено на основе его полной структуры, установленной рентгеноструктурным анализом с разрешением 3.2 А. Но если строение фильтра оказалось таким же, как в уже изучен-

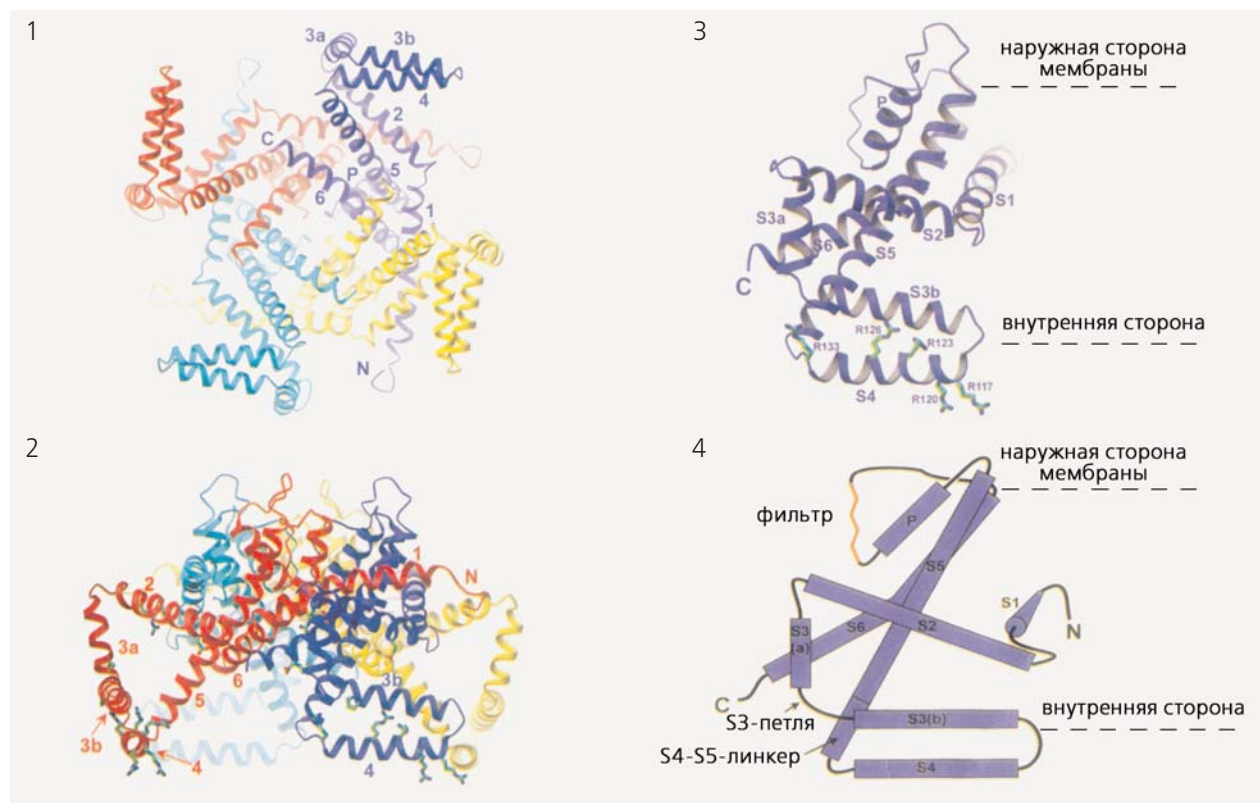


Рис.1. Стереомодель полного KvAP канала и одной субъединицы. Тетрамер изображен с внутренней стороны мембраны (1) и повернутым на 90° относительно горизонтальной оси (2); каждая субъединица показана своим цветом. Одна из них представлена отдельно (3) и дана также в виде схемы (4), чтобы были отчетливее видны топология спиральных сегментов (S1—S6), соединяющих петель (S3-петли, S4—S5-линкера), поры (P) и фильтра. Здесь же приведены остатки аргинина (R117, 120, 123, 126, 133), четыре из которых находятся в «лопасти» сенсора. Буквами С и N обозначены карбоксильный и аминный концы полипептидной цепи.

ных Мак-Кинноном и его коллегами бактериальных канальных белках, то в сенсоре были выявлены весьма существенные отличия. Две его спирали (S1 и S2) располагались концентрическим слоем около фильтра (т. е. снаружи от S5), а другие (S3 и S4) — по наружному периметру центральной поры (см. рис.1). Кроме того, спираль S3 не представляла единой структуры, а состояла из двух фрагментов (S3a и S3b), соединенных петлей S3. И это оказалось очень важным. До Мак-Киннона сенсор традиционно описывали как комплект из четырех спиральных участков. Теперь же вырисовывалась иная картина: сегмент S3b и N-концевая часть спирали, которую прежде обозначали как S4, уложенные антипараллельно строго друг против друга, образовывали почти полностью гидрофобный элемент со структурой спираль—петля—спираль. Исключение составляли четыре гидрофильных остатка аргинина, которые встречаются во всех калиевых каналах, зависящих от потенциала. Исследователи назвали этот элемент (S3b—S4) единицей сенсорных «лопастей». Находящиеся в нем высоко консервативные остатки положительно заряженного аргинина и несут заряд, обеспечивающий закрытое или открытое состояние ворот. Через петлю, разделяющую S3b и S4 спирали, весь элемент соединен с той частью белковой субъединицы, которая удерживает белок в липидном слое мембраны. Судя по структуре, «лопасти» датчика, расположенные сбоку от N-конца молекулы, ограничены петлей S3, а с карбоксильного конца соединены крутым витком (шарниром) по остатку глицина со спиралью S5. Такое сочленение позволяет «лопастям» свободно отклоняться относительно основного «тела» канала на внутренней стороне мембраны.

Исключение составляли четыре гидрофильных остатка аргинина, которые встречаются во всех калиевых каналах, зависящих от потенциала. Исследователи назвали этот элемент (S3b—S4) единицей сенсорных «лопастей». Находящиеся в нем высоко консервативные остатки положительно заряженного аргинина и несут заряд, обеспечивающий закрытое или открытое состояние ворот. Через петлю, разделяющую S3b и S4 спирали, весь элемент соединен с той частью белковой субъединицы, которая удерживает белок в липидном слое мембраны. Судя по структуре, «лопасти» датчика, расположенные сбоку от N-конца молекулы, ограничены петлей S3, а с карбоксильного конца соединены крутым витком (шарниром) по остатку глицина со спиралью S5. Такое сочленение позволяет «лопастям» свободно отклоняться относительно основного «тела» канала на внутренней стороне мембраны.

Найденное отличие в строении третьего сегмента по сравнению с традиционной моде-

лю не было единственным. Сюрприз преподнесла четвертая спираль — она располагалась около внутренней поверхности мембраны (перпендикулярно оси поры). Но это противоречило всем электрофизиологическим данным: ингибиторы канала (токсины и серусодержащие реагенты) взаимодействуют с N-концевым фрагментом спирали S4 только с внешней стороны мембраны. Исследователи попытались понять, с чем связаны столь разительные отличия, и использовали весьма необычный подход: экспрессировали только часть встроеного в мембрану белка — его сенсорный элемент (фрагмент S1—S4) — отдельно от проводящей ионы поры. Выделив его в индивидуальном, не измененном процедурами, состоянии, они установили структуру сенсора (рис.2). Она была получена с разрешением 1,9 Å!

В изолированном сенсоре узнавались и шли в том же порядке все спирали, что и в сенсоре полной молекулы белка, петля S3 находилась на своем месте (между S3a и S3b), ничем не отличалась и «лопасть» сенсора. Судя по структуре, он не сжимается, будучи прикрепленным к поре. Подтвердилось и положение особенно важных первых четырех аргининов №№ 117, 120, 123, 126 (в кристаллах их боковые цепи обращены к растворителю).

Сравнение структур сенсора в составе полномерного белка и индивидуального, вычлененного из полной молекулы, привело к выводу, что «лопасть» представляет собой консервативную единицу калиевых каналов, регулируемых потенциалом, и что в связующем звене между спиралью S4 и S5 есть точка, в которых она может легко изгибаться. Где случаются изгибы и каков их угол, зависит от взаимного расположения «лопасти» и поры. Гидрофильный характер связующей спиральки показывает, что она очень под-

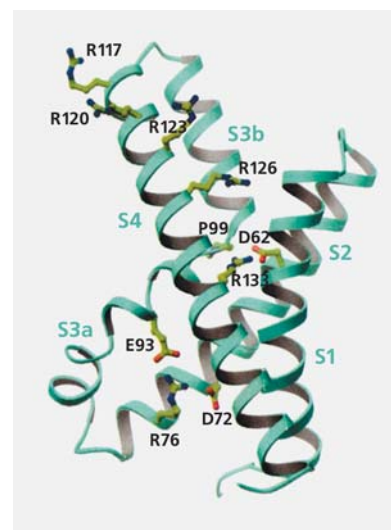


Рис.2. Стереомодель изолированного сенсора. Приведены некоторые особенно важные аминокислотные остатки: аргинина (R), пролина (P), аспарагиновой (D) и глутаминовой (E) кислот.

ходит для пребывания в водной среде с внутриклеточной стороны мембраны.

Установленное по третичной структуре расположение «лопастей» противоречило их локализации, основанной на электрофизиологических экспериментах. Кроме того, в традиционных моделях постулировалось, что четвертая спираль любой субъединицы движется внутри собственной небольшой белковой полости, образованной другими частями молекулы, например спиралью 1—3 (рис.3). Мак-Киннон, исходя из своей структурной модели, предположил, что все происходит по-другому. «Лопастей», находящиеся на внутренней стороне мембраны, перемещаются перпендикулярно к внешней без какой-либо выстланной белком полости и переносят таким образом заряды через электрическое поле (рис.3). Положение и передвижение «лопастей» было экспериментально подтверждено их связыванием с антителами,

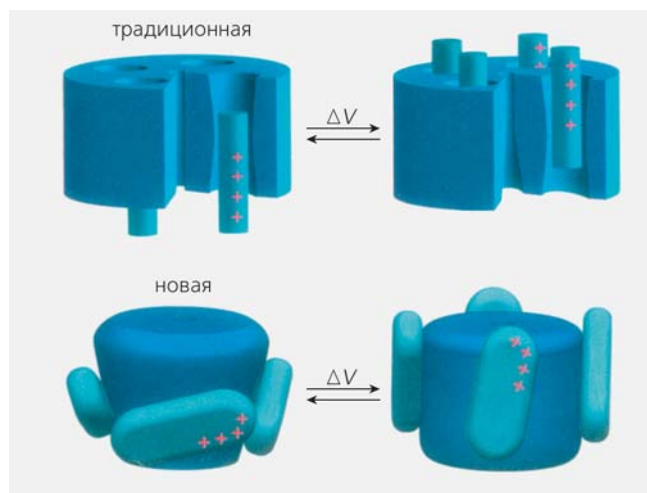


Рис.3. Модели, иллюстрирующие перенос положительных зарядов каналным калиевым белком в ответ на изменение потенциала на мембране. По традиционной версии, четвертая спираль каждой субъединицы несет заряды и движется внутри основного белкового тела по каналцу, а форма тетрамера остается неизменной. По мнению Мак-Киннона, заряды переносятся «лопастями», которые движутся по наружной поверхности тетрамера, изменяя его форму.

а также с помощью авидина, соединенного с биотином. Авидин, как гирька, подвешивается через ниточку биотина к «лопастям» и оттягивает ее (рис.4). Удалось даже измерить путь, который преодолевает каждая из них во время открывания ворот: он составляет примерно 20 Å (рис.4). Когда мембрана деполаризована (т.е. положительно заряжен ее внутренний слой), «лопасти» поворачиваются вверх, к внеклеточной жидкости, и канал открывается. Если же этот слой приобретает отрицательный заряд, «лопасти» отгибаются в сторону, сжимая вход в пору, и канал оказывается закрытым. Таким образом, сенсор с его «лопастями» работает по весьма необычному принципу, основанному на присоединении гидрофобных катионов к рычагам, которые дают возможность мембранному электрическому полю выполнять механическую работу — открывать и закрывать проводящую ионы пору.

Обобщающая публикация по структуре белка KvAP и молеку-

лярному механизму его работы была представлена в журнале «Nature» за пять месяцев до присуждения Нобелевской премии<sup>3,4</sup>. Мак-Киннон, начавший «канальную» карьеру в 30 лет, за истекшие годы преуспел в расшифровке и других молекулярных машин. Он занимается изучением еще нескольких каналов: калиевых, регулируемых ионами кальция; чувствительных к механическому воздействию, и тех, что избирательно пропускают ионы хлора. Проводятся также рентгено- и электронокристаллографические исследования, чтобы получить модель ацетилхолинового рецептора с более высоким, чем прежде, разрешением. Работа по выяснению механизмов действия отдельных молекул продолжается.

Питер Эгр (Peter Agre) родился в 1949 г. в Нордфилде (шт. Миннесота). В 1970 г. окончил

<sup>3</sup> Jiang Y, Lee A, Chen J, Ruta V, Cadene M, Colbert B.T, MacKinnon R. // Nature. 2003. №423. P.33—41.

<sup>4</sup> Jiang Y, Ruta V, Chen J, Lee A, MacKinnon R. // Nature. 2003. №423. P.42—48.

колледж при Миннесотском университете в Миннеаполисе, где специализировался по химии. В 1974 г. получил степень доктора медицины в медицинской школе при Университете Джона Хопкинса в Балтиморе (шт. Мэриленд), с 1993 г. занимает там должность профессора биологической химии и профессора медицины.

Почти из 50 видов каналов, обнаруженных в мембране к середине 80-х годов, не было известно ни одного проводящего воду. Между тем клеточная мембрана, лишь ограниченно проницаемая для молекул воды, пропускает ее в цитоплазму эритроцитов, почечных проксимальных канальцев и некоторых других тканей с чрезвычайно высокой скоростью. Этот феномен можно было бы объяснить наличием специальных пор. Их многие искали, но безуспешно. Эгру посчастливилось первому. В 1988 г. вместе с коллегами он выделил (из эритроцитов и почечных проксимальных канальцев) и частично охарактеризовал неуловимый, встроенный в мембрану белок неизвестной функции. Как позже выяснилось, четыре его молекулы и образуют пору, по которой проникает вода.

Через три года П.Эгр и Дж.Престон получили кодирующую этот белок ДНК, чтобы в последующем «наработать» его, экспрессируя ген в ооцитах шпорцевой лягушки. Белок-канал, названный аквапорином-1 (AQP1), как теперь известно, входит в состав обширного семейства: подобные ему участвуют во множестве физиологических процессов всех живых клеток — и растительных, и животных.

Установив структуру аквапоринона-1 рентгенокристаллографическим методом, Эгр определил длину и положение всех спиральных фрагментов и соединяющих их петель, угол, под которым соседние спирали отклоняются друг от друга; нашел места, где участки полипеп-

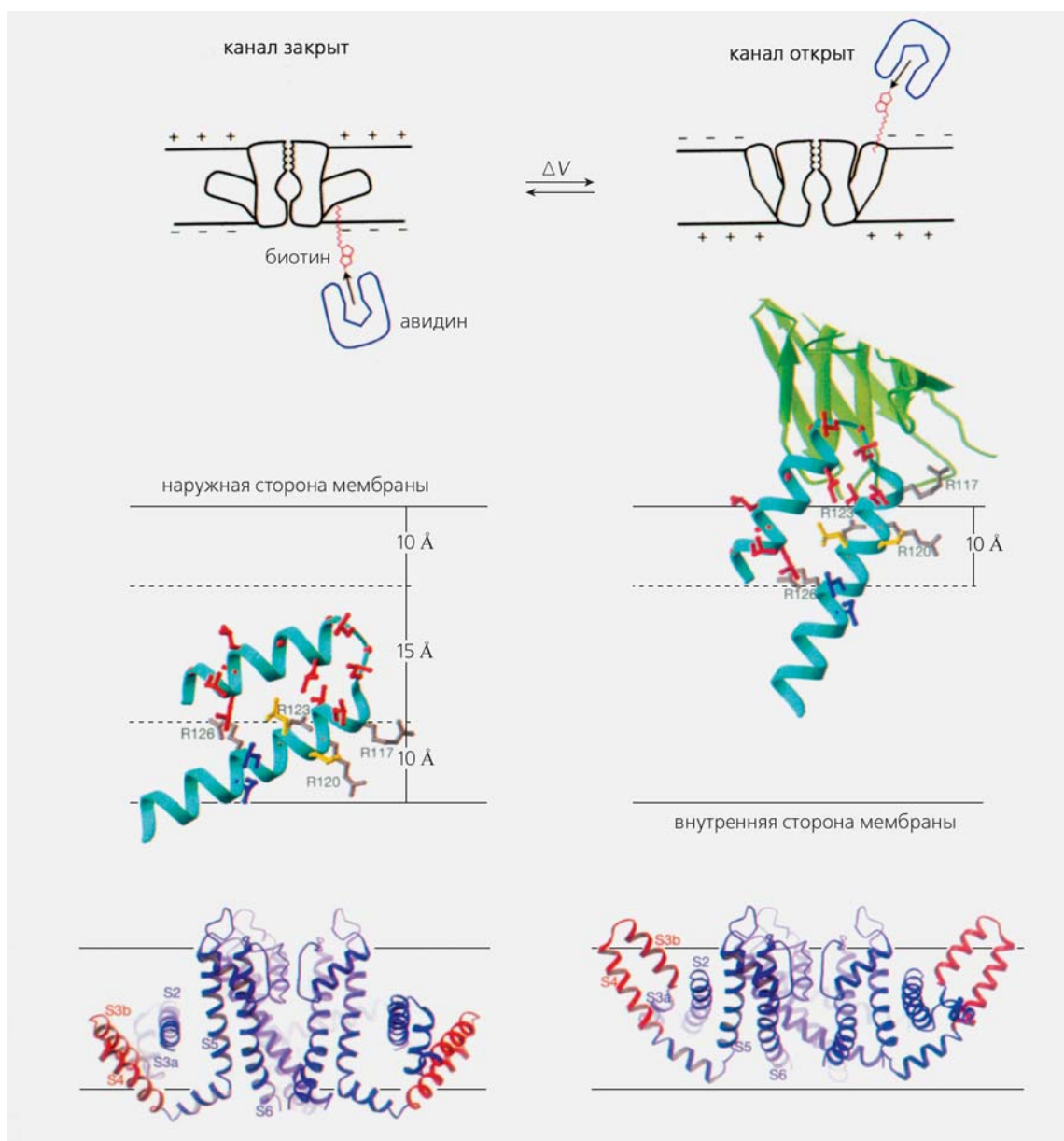


Рис.4. Схема движения «лопастей» калиевого канала и их положение внутри мембраны, когда его ворота закрыты и открыты, и изменение структуры канала.

тидной цепи пересекают мембрану; выяснил роль консервативных в белках аквапоринового семейства аминокислотных остатков и влияние их отдельных боковых групп на стабильность и работу канала. В результате теперь мы в деталях знаем, как выглядит канал, пропускающий воду.

Построен он из четырех молекул аквапорина-1 (каждая со-

стоит из 269 аминокислотных остатков), которые образуют два повтора из трех  $\alpha$ -спиральных участков (рис.5). Именно эти шесть спиралей и выстилают стенки проводящей поры и обуславливают ее гидрофобность. Небольшие же петли — цитоплазматическая (В) и внеклеточная (Е), — соединяющие повторы, обеспечивают строгую избирательность. N- и С-конце-

вые фрагменты мономера закреплены во внутреннем слое мембраны и выходят в цитоплазму. В тетрамере каждая субъединица точно подогнана к двум соседним и связана с ними  $\alpha$ -спиральями, которые выходят за пределы мембраны либо с внешней, либо с внутренней стороны. Функциональные петли В и Е расположены посередине между мембранными слоями,

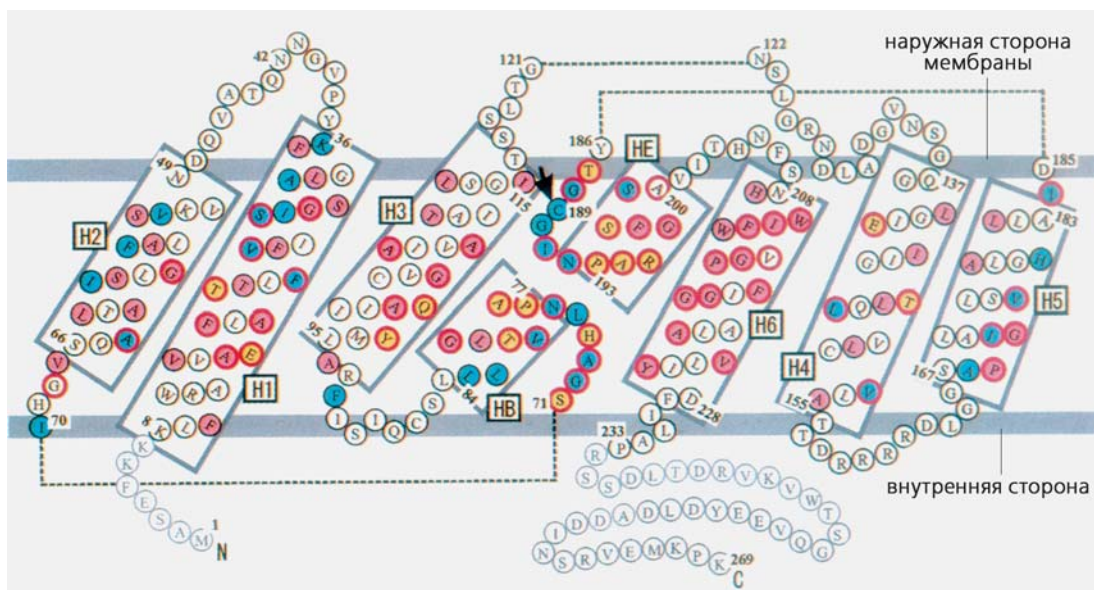


Рис.5. Схема расположения фрагментов, составляющих мономер аквапорина.

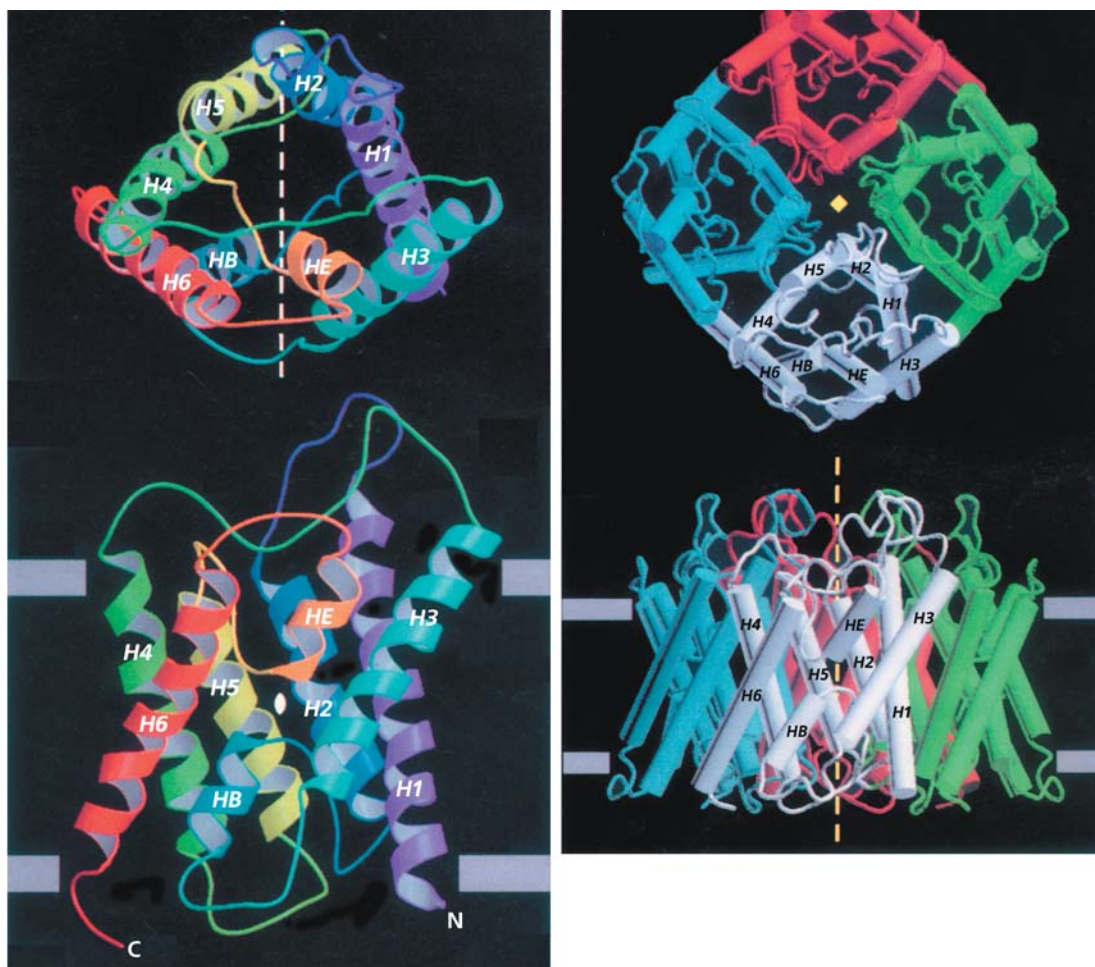
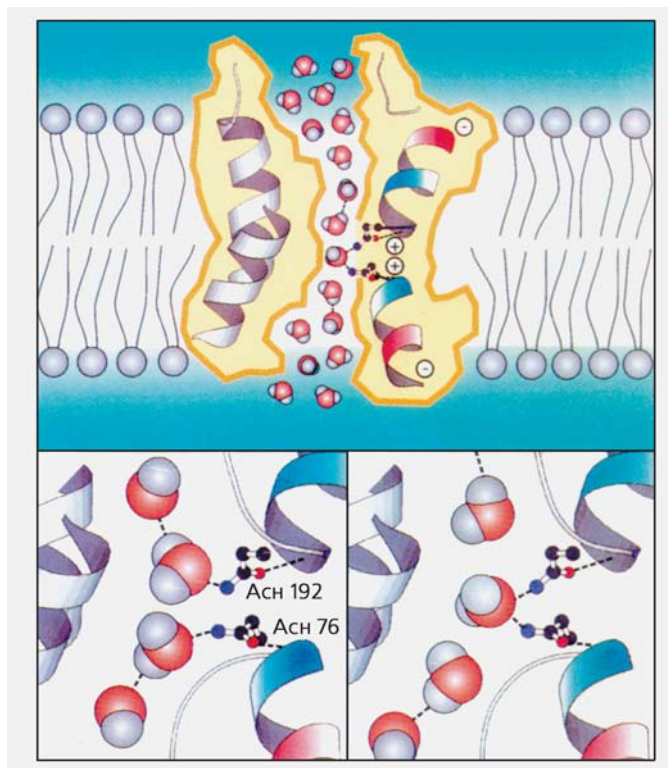


Рис.6. Стереомодель субъединицы аквапорина и структура тетрамера, показанные с внеклеточной стороны и сбоку (вверху). Спирали в полном белке изображены в виде цилиндров.

и в этом месте канал сужается (рис.6). Диаметр поры здесь составляет около 3 Å, т.е. чуть больше диаметра молекулы воды (2.8 Å). Ясно, что через столь малую щель не могут проникнуть крупные молекулы каких-либо растворимых веществ. Но через нее не проходят и протоны. Почему? Эгр это выяснил.

В полипептидной цепочке каждой функциональной петли содержится фрагмент из следующих друг за другом аспарагина, пролина и аланина (Асн-Про-Ала). Положение петель в поре стабилизировано образованием ионных пар и водородных связей с определенными аминокислотными остатками в структурных спиральных. За счет вандер-ваальсовых взаимодействий между пролинами 77 и 193 петли В и Е удерживаются в тесном соседстве. Гидрофобность внутренней поверхности поры и узость щели оказались очень важными для обеспечения исключительно высокой скорости проведения воды. Архитектура канала такова (узкая щель в центре и расширения на противоположных концах), что вода может проникать только в виде тонкой цепочки молекул, соединенных водородными связями. Было известно, что в грамицидиновом канале такая цепочка с большой эффективностью захватывает протоны. Но так как через аквапориновую пору они не просачиваются, это должен обеспечить специальный механизм. Долгое время он оставался неизвестным в структурной биологии аквапорина. Считалось, что блокировка требует разрыва водородных связей в водной цепочке и образования новых, но уже с какими-то структурными элементами на поверхности поры. Эгр выяснил, что такой разрыв действительно включен в этот процесс и главная роль в нем принадлежит функциональным спиральям НВ и НЕ.

Поскольку дипольные моменты спиралей генерируют положительное электростатическое поле, атомы кислорода в мо-



**Рис.7.** Механизм, предотвращающий проведение протонов через водную пору. Благодаря диполям спиралей атомы кислорода в молекулах воды, оказавшихся в сужении поры, ориентируются к боковым группам аспарагинов 76 и 192 (вверху). После этого между их амидными группами и кислородом образуются водородные связи, а те, что соединяли непрерывную цепочку молекул воды, в этом месте обрываются.

лекуле воды, подошедшей в виде цепочки к центру мембранного пространства, ориентируются к участку Асн-Про-Ала (рис.7). В результате между кислородом и амидной (NH-) группой аспарагина образуется водородная связь, а в цепочке — разрыв. Так возникает препятствие на пути протона.

Открытые Эгром аквапорины — биохимический фундамент для очень важной области физиологии и медицины. Подобные белки, способные проводить  $3 \cdot 10^9$  молекул воды в секунду в расчете на каждый номер, есть во всех без исключения живых клетках. У арабидопсиса содержится не меньше 35 вариантов этих белков, а у человека — 11, причем многие могут быть связаны с разными

заболеваниями. Физиологическая роль аквапоринов особенно бросается в глаза в почках, через которые в сутки проходит от 150 до 200 л воды.

Мембранные каналы лежат в основе клеточных функций, таких как межнейронная сигнализация, мышечное сокращение, поглощение воды почками, всасывание корнями растений, поддержание осмотического давления у микроорганизмов. Нобелевские лауреаты — Р.Мак-Киннон и П.Эгр — не только установили структуры канальных белков, но и показали изящные молекулярные машины в действии.

© **Белянова Л.П.**,  
кандидат химических наук  
Москва ■



# МЕЖДУНАРОДНЫЕ НАГРАДЫ — РОССИЙСКИМ УЧЕНЫМ

## Медаль Дирака — В.Е.Захарову

Медаль Дирака — одна из наиболее почетных научных наград, вручаемых физикам-теоретикам. В 2003 г. она присуждена академику Российской академии наук Владимиру Евгеньевичу Захарову и американскому ученому Роберту Крайчнену (Robert H.Kraichnan; Santa Fe, New Mexico). Эту высокую оценку они получили за работы по теории турбулентности.

Турбулентность, т.е. хаотическое движение жидкостей и газов при высоких скоростях, представляет большие трудности для теоретической интерпретации. В турбулентной среде происходит постоянная передача энергии от движений больших масштабов к высокочастотным мелкомасштабным движениям, где энергия переходит в тепло с участием вязкого трения. Возникает, таким образом, как бы целый каскад масштабов, по которому перетекает энергия. Спектр турбулентности — относительное распределение энергии вдоль этого каскада — впервые был объяснен нашим великим математиком А.Н.Колмогоровым в 40-х годах прошлого века. Заслуга В.Е.Захарова состоит в том, что он показал роль обратных каскадов в формировании спектра турбулентности, иными словами, обосновал возможность передачи энергии от движений малых масштабов к более крупным.

Это были работы Захарова еще 60-х годов. В дальнейшем он создал теорию ветровой генерации волн на морской поверхности. А в 70-х го-

дах предсказал новое физическое явление — коллапс плазмы. Оказалось, что энергия плазмы изредка концентрируется в очень малых масштабах и взрывным образом коллапсирует, переходя в излучение и тепло. Впоследствии такая возможность диссипации плазменной энергии, открытая «на кончике пера», была подтверждена экспериментально.

Известны также многочисленные исследования Захарова в различных областях математической физики, которые привели к нахождению нескольких точных солитонных решений. Одна из работ (совместно с В.А.Белинским) — поразительной красоты: она представляет обширный класс точных решений нелинейных уравнений эйнштейновской общей теории относительности — речь идет о солитонах гравитационных волн. Все это дает основания надеяться, что медаль Дирака, которой ныне отмечены ранние работы ученого, далеко не последняя его научная награда.

Владимир Евгеньевич более десяти лет возглавлял Институт теоретической физики им.Л.Д.Ландау. Он неоднократно публиковался в нашем журнале, выступая, правда, не столько как физик-теоретик, сколько как энциклопедист.

© **Бялко А.В.**,  
доктор физико-  
математических наук  
Москва

## Премия Грубера — Р.А.Сюняеву

Комитет из выдающихся ученых, представляющих Международный астрономический союз, Математический союз, Союз фундаментальной и прикладной физики и Союз истории и философии науки, присудил Премию Грубера по космологии и золотую медаль академику РАН Рашиду Алиевичу Сюняеву.

Премия Питера Грубера — наиболее престижная в мире премия в области космологии — науки, занимающейся всей Вселенной, ее происхождением и будущим. Р.А.Сюняев — пятый лауреат этой премии. До него ее получили Джим Пиблс (Jim Peebles, эйнштейновский профессор Принстонского университета), Алан Сэндидж (Alan Sandage,

астроном из Калифорнии, посвятивший свою научную жизнь установлению шкалы расстояний во Вселенной), Вера Рубин (Vera Rubin, известный наблюдатель галактик) и сэр Мартин Рис (Martin Rees, Королевский астроном Великобритании).

В официальном сообщении о награждении сказано: «Премия по космологии Фонда Питера Грубера торжественно вручается профессору Рашиду Сюняеву, директору Института астрофизики Общества им. Макса Планка (Гаршинг, Германия) за пионерские исследования природы космического микроволнового фона и его взаимодействия с окружающей материей... Сюняев стал одним из наиболее влиятельных и результативных ученых

московской группы, которая работала на переднем крае релятивистской астрофизики. Вместе со своим прославленным руководителем Зельдовичем он исследовал реликтовое излучение, оставшееся после Большого взрыва, что позволило провести первые проверки космологических моделей, которые используются до сих пор, и стимулировало развитие одной из наиболее активных областей наблюдательной космологии... Мы рады отметить работу профессора Сюняева и отдать должное российской астрофизической космологии».

В работе, опубликованной в 1970 г., Зельдович и Сюняев предсказали существование акустических пиков в угловом распределении реликтового излучения (эти пики открыты баллонными экспериментами BOOMERANG и MAXIMA и с большой точностью измерены спутником «Wilkinson-MAP»). В 1969—1970 гг. Зельдович и Сюняев установили, что спектр реликтового излучения таит в себе специфическую информацию о любом энерговыделении в ранней Вселенной, а в 1972 г. указали на эффект, называемый теперь эффектом Сюняева—Зельдовича, который заключается в изменении спектра реликтового излучения, проходящего сквозь горячий межгалактический газ, который заполняет пространство внутри скопления галактик. Сегодня этот эффект открыт в направлениях почти на 100 богатых скоплений галактик. На пятикилометровой высоте в Чили и на Южном полюсе Земли строятся уникальные телескопы для обнаружения по эффекту Сюняева—Зельдовича десятков тысяч далеких скоплений галактик. Подсчеты этих скоплений дадут информацию о параметрах нашей Вселенной, темпах ее расширения, позволят уточнить природу «темной энергии» и наблюдать эволюцию постоянной Хаббла. Это становится возможным благодаря уникально-

му свойству эффекта — он не зависит от красного смещения и дает возможность определить, когда появились первые скопления галактик. В 1978 г. Сюняев показал, что вторичная ионизация вещества во Вселенной тоже приводит к угловым флуктуациям реликтового излучения — их сегодня обнаруживает спутник «Wilkinson-MAP».

Сформулированная Н.И.Шакурой и Р.А.Сюняевым стандартная теория аккреции вещества на черные дыры и нейтронные звезды, опубликованная в 1972—1973 гг., — одна из наиболее цитируемых астрофизических статей в мире. Широко известны также наблюдения рентгеновских лучей от Сверхновой в Большом Магеллановом Облаке (1987А), открытие восьми черных дыр в нашей Галактике, сделанные группой Сюняева в 1987—1992 гг. с отечественных спутника «Гранат» и модуля «Квант», входящих в комплекс космической станции «Мир». В учебники астрофизики вошла формула Сюняева—Титарчука, описывающая формирование спектров излучения в горячей астрофизической плазме. Все это — работы мирового класса.

Ныне Рашид Алиевич — главный сотрудник, заведующий лабораторией теоретической физики Института космических исследований РАН. Премия Грубера и золотая медаль были вручены Р.А.Сюняеву во время церемонии открытия юбилейной 25-й Генеральной ассамблеи Международного астрономического союза, который объединяет восемь тысяч профессиональных астрономов. Эта церемония состоялась 15 июля 2003 г. в знаменитом оперном театре вблизи Сиднейской бухты в Австралии.

© Гильфанов М.Р.,  
Гребнев С.А., Чуразов Е.М.,  
доктора физико-  
математических наук

## Призы за подводные исследования

Лаборатории глубоководных обитаемых аппаратов Института океанологии им.П.П.Ширшова РАН (руководитель — доктор технических наук профессор Анатолий Михайлович Сагалевич) Морское технологическое общество США присудило приз «Компас», признав тем самым международное лидерство России в проектировании, конструировании и эксплуатации уникальных подводных обитаемых аппаратов. Вершина достижений этой талантливой группы ученых, инженеров и технического персонала — в создании шеститысячников «Мир-1» и «Мир-2» (рабочая глубина погружения 6 тыс. м); эти аппараты вошли в число четырех самых глубоководных в мире. Российские ученые и инженеры внесли выдающийся вклад в познание Мирового океана, в разработку и строительство аппаратов, которые позволяют

достигать столь колоссальных глубин. Приз был вручен 23 сентября 2003 г. на конференции «Океан-2003», состоявшейся в Сан-Диего (Калифорния). По просьбе Сагалевича приз получал его американский коллега Дон Уолш — «самый глубоководный человек» планеты, погружавшийся в Марианскую впадину.

В том же 2003 г. Сагалевич первым из российских ученых был принят в члены Академии подводных искусств и наук США по номинации «Наука» и награжден призом NOGI (New Orleans-Grand Isle) — самым престижным за подводные исследования. Приз был учрежден в 1960 г. и ежегодно вручается по четырем номинациям («Искусство», «Наука», «Спорт» и «Образование»).

© Короткевич Г.В.  
Москва

# Биосфера и ноосфера глазами биолога

А.К.Скворцов

С проблемами общей биологии я впервые столкнулся в 1936 г. на суховатых, но очень содержательных лекциях профессора Л.Я.Бляхера, когда стал студентом 2-го Московского медицинского института. Бляхер возглавлял небольшую кафедру общей биологии, в центре научных интересов которой была «механика развития». С тех пор, какими бы ни были мои конкретные занятия, я старался следить за развитием основных направлений биологии. Эта статья — своего рода итог размышлений над некоторыми наиболее общими проблемами биологии.

В последние полстолетия широкое признание получила концепция уровней организации материи [1]. С ней хорошо сочетаются и придают ей глобальный характер идеи В.И.Вернадского о биосфере и ноосфере. Присущие Вернадскому широта взгляда, историзм подхода, независимость от разных предубеждений очень импонируют биологу, что заставляет не раз к ним обращаться.

## Предварительные замечания

*Уровни организации.* Возьмем в руки один небольшой, сделанный из однородного материала кубик. Рассматривая его, можно увидеть как собственные харак-



*Алексей Константинович Скворцов, профессор, доктор биологических наук, главный научный сотрудник Главного ботанического сада РАН. Основные научные труды посвящены систематике и микроэволюции растений, а также общим вопросам эволюционной теории. Лауреат Государственной премии СССР, председатель правления Московского отделения Русского ботанического общества. Член редколлегии журнала «Природа» с 1971 г.*

теристики кубика (цвет, вес, размеры, характер поверхности и т.п.), так и некоторые общие понятия: плоскости, ребра, угла, квадрата, и др. Но сколько бы мы ни вертели в руках один изолированный кубик, мы не сможем прийти к понятию «щель». Для этого нужно приложить к кубiku еще один. В такой конструкции появится щель, а стороны кубиков, обращенные к ней, тоже могут проявить какие-то новые характеристики. Значит, уже на самом элементарном уровне можно убедиться, что целое всегда имеет нечто такое, чего нет у отдельных частей.

Где два организма (или две клетки) встретились, там возникает взаимодействие между ними. «При объединении двух вещей рождается нечто новое, качества которого не аддитивны и не могут быть выражены через качества составляющих компонентов. Это относится ко всем формам

организации: объединению электронов и ядер, образующих атом, к соединению атомов в молекулы, аминокислот в пептиды, пептидов в белки...» [2. С.22]. и даже было сказано: «Где двое или трое собраны во имя Мое, там Я среди них» [Матф. 18, 20].

Целостность обладает самой разной степенью централизованности, внутренней связанности. Это может быть нечто очень рыхлое, например, клуб людей, связанных только каким-либо узким интересом, вроде коллекционирования спичечных этикеток. С другой стороны, целое может быть высокоорганизованным, т.е. многоуровневым живым существом.

Смысл и значение частей (органов в организме или деталей в машине) выявляется вполне, только когда они находятся на своем месте в составе целого. О «целом» можно говорить, если оно состоит из частей и все час-

ти на месте. Эволюция целого, конечно, находит выражение в эволюции его частей. Но эволюция частей — и у живых организмов, и у искусственных конструкций — имеет смысл только в рамках эволюции целого.

Если мы имеем дело с несколькими уровнями, в данный момент важнейшим может оказаться любой, даже самый низший; однако действия целого обычно определяются сверху.

*Направление исследования.* Чаще всего (по крайней мере, в биологии) мы останавливаем внимание на каком-то объекте, принимая его в данный момент за некоторое целое. И далее изучение обычно идет по пути анализа — все более детального рассмотрения свойств и структур, с переходом на более низкие уровни. (Не следует смешивать аналитическое исследование с аналитическим суждением Канта, которое выводится логическим путем из заданных посылок.)

Нередко исследование ограничивается рамками одного уровня (например, натурные наблюдения в популяциях). Возможен и более сложный путь познания — синтетический, от частного к целому. Он требует не только внимания и знания предмета, но и интуиции. Крупные открытия, новые направления исследований, нахождение важных связей — все это взлеты мысли синтетической. Так, появившееся в XVIII в. представление о том, что живой мир состоит из достаточно постоянных и обособленных видов, было важным синтетическим обобщением. Затем последовали идеи экосистем — с особым акцентом на взаимосвязи компонентов биоценоза, и, наконец, сформировались более широкие синтетические обобщения — биосфера и ноосфера.

*Редукция и редукционизм.* Слово «редукция» (лат. *reductio*, англ. *reduction*) имеет в русском языке два значения: 1) уменьшение, сокращение, вплоть до полного исчезновения, обычно постепенного (в этом смысле термин употребляется примени-

тельно к онто- и филогенезу, к редукционизму отношения не имеет); 2) сведение — это буквальный перевод. От него и термин «редукционизм», означающий стремление что-то свести к чему-то более простому или действующему на более низком уровне организации.

Многие авторы считают аналитическое исследование синонимом редукции, а его результаты трактуются как прогресс и торжество редукционизма. Такого понимания придерживаются и некоторые маститые ученые, но с этим согласиться нельзя. Ведь тогда про аналитическую химию можно будет сказать, что ее предмет — редукция соединений до молекул и атомов.

Если же быть точным, то редукция (сведение) — это не описание картины, не изложение фактов, а их толкование, объяснение путем ссылки на более низкий уровень организации. Если речь идет о биологических объектах, то редукционизм равнозначен физикализму — вере в то, что качества, отличающие живое от неживого, сводятся к чисто физическим явлениям, к неживому. Но если оставить в стороне проблему «сводимости», то физикализм и витализм вполне могут и должны сотрудничать друг с другом.

Простой пример. Я решил поднять руку. Надлежащая команда дается из мозга соответствующим мышцам; в них, благодаря определенным физиологическим процессам, сократились мышечные волокна, и рука поднялась. Что же главное в этом акте: биохимические процессы в мышцах или команда из центра как проявление целостности организма? Если первое — это физикализм, то второе — органицизм, или же витализм. (Органицизм — термин, преобладающий в англоязычной литературе, — достаточно хорошо соответствует содержанию. В русской литературе как будто еще нет установившегося термина. В частности, Н.А.Заренков (1988) понимает органицизм как противопоставление орга-

низмоцентрического подхода — популяционному. Вместе с тем он ратует за воскрешение термина «витализм» — что представляется вполне своевременным, поскольку он хорошо отражает позицию, противоположную физикализму.) В сущности оба подхода дополняют друг друга\*.

*Причинность, последовательность, случайность.* Без причины, конечно, не случается ничего. Но в жизни организма переплетаются различные влияния, исходящие как из внешней среды, так и от него самого. Выделить одну-две отчетливые причины каких-либо событий не всегда можно. Событие Б следует за событием А, но почему — неясно. *Post hoc — an propter hoc?* (Лат.: после — но вследствие ли?) Остается последовательность.

Очень важно предшествующее состояние организма, которое в значительной мере определяет его дальнейшее поведение. Это подлинная *causa materialis* Аристотеля. А история — характерная, неотъемлемая черта биологии. Задача исследователя — четко и корректно описать наблюдаемую последовательность явлений, имея в виду, что его трактовка и объяснение в дальнейшем могут оказаться совсем иными, чем предполагалось первоначально.

В биологии велика роль случайности. Она лежит в основе представлений о мутациях (в широком смысле этого слова) и тем самым — в основе дарвиновского естественного отбора. Случайность, конечно, не беспричинность, но если скольконибудь вероятной причины явления не просматривается, приходится говорить о случайности. При повторении каких-либо случайных событий можно количественно оценить их вероятность.

\* О соотношении некоей дополнительной между физикализмом и органицизмом уже давно говорили физики. Их симпатии, понятно, принадлежат физикализму, а биологии они считают дополнительной. С точки же зрения биолога, дело обстоит как раз наоборот: не какой-то частный процесс решает, каким быть организму, а сам организм в ходе эволюции определяет нужные ему процессы.

## Жизнь. Биосфера. Витализм

Философы при общем взгляде на мироздание основным считают различие между материальным и духовным мирами. За исходное начало принимается либо материя (материализм), либо дух (идеализм, субъективизм). Но теперь мы достаточно уверенно можем считать, что человеческий дух (сознание, разум, речь) появился в результате длительной эволюции жизни на Земле, поэтому для биолога более адекватно и корректно другое первичное разделение материи — на живую и неживую. Разум, дух — это продукт и атрибут живой материи, неживая его лишена.

Понятие «жизнь» — элементарное, т.е. общепонятное и вместе с тем неопределимое через какие-то другие, более простые, более фундаментальные понятия. Неоднократно предлагавшиеся формулировки все в том или ином отношении недостаточны, и обсуждать их здесь не будем. Сколько бы ни описывали свойства жизни, всегда найдутся новые, доселе не отмеченные. Обратимся к теореме Гёделя о неполноте, которая первоначально относилась к арифметике [3]. Она проста в формулировке, но сложна в доказательстве, поэтому о ней судят большей частью по вторичным источникам [4]. Для русского ученого, воспитанного на диалектическом материализме, теорема представляется простым и почти очевидным выражением диалектичности нашего познания. Западные ученые, в большинстве сторонники философии позитивизма, ее игнорируют — и недаром: она подрезает позитивизм под корень.

Выдающиеся физики, раздумывавшие над сущностью жизни, избегали каких-либо формальных определений. Так, Нильс Бор считал, что живое существо «обладает чертой цельности, какой никогда не может обладать система из множества атомных кир-

пичиков, если судить о ней с точки зрения классической физики» [5. С.233]. Шрёдингер пришел к выводу, что «деятельность живого вещества нельзя свести к обычным законам физики» [б. С.107], поскольку «мы здесь встречаемся с явлениями, регулярное и закономерное развертывание которых определяется “механизмом”, полностью отличающимся от “механизма вероятности”» [б. С.111]. В живом действует какая-то «другая физика».

Не стремясь дать какие-либо жесткие формулировки, попытаюсь охарактеризовать основные свойства живого.

– Нет однородного, аморфного живого вещества, нет живых атомов и молекул. Живое — всегда определенная структура, система, существо. Именно *существо*; о *живом веществе* можно говорить только в общем, собирательном смысле.

– Система состоит из двух подсистем: первая управляет развитием и обеспечивает передачу свойств потомству; вторая осуществляет остальные процессы жизнедеятельности. В первой основную роль играют ДНК и РНК, во второй — белки. Существование двух подсистем постулировал еще в конце XIX в. биолог-мыслитель А.Вейсман. Опираясь главным образом на логику биологии, он обозначил их как «зародышевая плазма» и «сома», полагая, что управляющая информация течет только в одну сторону — от зародышевой плазмы к соме, что отражает общую необратимость течения жизни.

В начале XX в. плазма Вейсмана материализовалась в виде хромосом, а в середине XX в. стало известно, что в их основе лежит нить из последовательно соединенных друг с другом нуклеотидов. В последние 20—30 лет прояснилась чрезвычайная сложность структурно-молекулярной основы жизни и вместе с тем поразительное единообразие: от вирусов до человека. В неживой природе подобные системы неизвестны. Возможно, у человека следует различать

еще третью подсистему — высоко развитый мозг, обеспечивающий существование мыслящего разума, а вместе с ним и ноосферы.

– Каждое живое тело так или иначе обособлено, отграничено от среды, в которой обитает, т.е. имеет определенную самостоятельность, суверенность (по выражению Вернадского, это — «автаркическая система»). У человека и в какой-то мере у высших животных это «я» находит выражение в форме сознания. Его можно изучать по внешним проявлениям, снаружи, но внутрь чужого сознания проникнуть невозможно.

– Живое существо обладает своей внутренней средой и стремится поддерживать ее в пределах определенных параметров (гомеостаза). Система может приспосабливаться к изменениям среды обитания, сохраняя состояние гомеостаза — но только до каких-то пределов; за ними она жить не может.

– Каждое живое существо имеет ограниченный срок жизни (индивидуального развития, онтогенеза) и производит на смену себе подобных. Общий поток жизни складывается из бесчисленного количества индивидуальных жизней и в отличие от них никакими сроками не ограничен.

– Все живое стремится к экспансии, что проявляется в росте индивидуальных живых тел, в их размножении и в различных типах объединений вплоть до охватывающей всю планету «пленки жизни», позволяющей говорить о биосфере.

– Живые системы способны к наследуемым изменениям (мутациям в широком смысле). Тем самым они становятся подвержены дарвиновскому отбору, в результате чего их многообразие неуклонно растет. Увеличение многообразия — единственный четкий и универсальный критерий эволюционного прогресса [6—9].

– Живые существа стремятся к контактам друг с другом, при-

чем самым разнообразным: поедание друг друга, паразитизм, комменсализм, симбиоз и симбиогенез, формирование колоний и сообществ — биоценозов, экосистем, наконец, биосферы в целом.

— Все живые существа активно поглощают вещество и энергию, создавая даже резервные запасы. Конечно, есть определенная избирательность: что-то поглощается, а что-то — нет. Но главное, они из разнообразной пищи строят вещества, подобные тем, из которых сами построены. Например, во всех активных частях организма содержатся только левые оптические изомеры аминокислот.

Основной энергетический баланс биосферы очень прост. Солнце нагревает поверхность Земли и дает энергию для фотосинтеза. Значительная часть живого существует непосредственно за счет фотосинтеза, а неспособные к нему используют вещества, накопленные фотосинтезирующими. Но зачастую во внутренней среде организмов протекают процессы, энергетически немислимые в неживой природе. Как писал Сент-Дьердьи, «реакции контролируются тем, что они статистически невероятны и могут происходить благодаря специфическим механизмам, способным облегчить их регулирование» [2. С.139].

— *Omne vivum — e vivo*. Все живое — только из живого. Можно экспериментировать над живыми организмами (особенно на ранних стадиях индивидуального развития), разрезать организм на части, у растений даже до отдельных клеток, так что каждая часть дальше станет отдельной особью, отдельным «я». Живые тела можно гибридизировать, пересаживать ядра, вводить в организм чужую ДНК, человеку пересадить сердце или почку от другого человека, а вместо ног сделать протезы. Но получить простейший организм из неживого материала еще никому не удавалось, хотя попытки неоднократно предпринимались.

Вера в такую возможность до сих пор жива едва ли не у большинства исследователей.

Вернадский многократно и настойчиво подчеркивал наличие «непроходимой грани» между живым и неживым. В своей книге «Научная мысль как планетарное явление», подготовленной к печати еще в 1938 г., он посвятил ей IX главу [10]. С тех пор прошла целая эпоха продуктивнейших исследований живого; но с происхождением живого из неживого ничего не изменилось.

Вернадский считал, что дело не в особенностях проблемы, а в предубеждении исследователей, исходящих «не из научной, а из философской гипотезы» и направляющих все внимание «не на искание различия между живым и косным, а на искание сходства, согласно исходной философской предпосылке» [10. С.188]. То, что сейчас известно как нечто промежуточное между живым и неживым (вирусы, прионы, обломки РНК и ДНК) — это продукты деградации, главным образом связанной с паразитарным образом существования.

— Все жизненные процессы поступательны, последовательны и необратимы. Время и определенный историзм — необходимые компоненты жизни. Каждое состояние живого — это исходная позиция для будущей жизни и вместе с тем точка возможного выбора. Необратимость жизненных процессов дополняется наличием памяти, более или менее развитой и разными способами закрепленной.

— Говоря об основных характеристиках жизни, нельзя не остановиться на проблеме телеологии, т.е. целесообразности и целенаправленности. Когда-то это было одним из важнейших вопросов, ответить на которые должна была теория эволюции. Казалось, что дарвиновская теория естественного отбора снимает проблему. Однако дискуссия продолжается, теперь между физикализмом и витализмом. Первый, опираясь на успехи молекулярной геномики и более

всего — на веру в сводимость биологии к физике, отрицает всякую телеологию. По мнению виталистов, живое существо прежде всего имеет цель — выжить, а затем — передать жизнь потомству. Те, кто не следует этой великой цели, отбрасываются естественным отбором. Благодаря этому жизнь на Земле не только сохранилась в течение 3-4 млрд (!) лет, но и распространилась по всей планете.

У всякого многоклеточного существа жизнь начинается со строго целенаправленного эмбриогенеза. Наряду с этим у нас нет никаких оснований утверждать, что общее течение и развитие жизни на Земле направлено к какой-то определенной цели. Филогения полностью лишена телеономичности. Следовательно, в целом поток жизни складывается из диалектики телеономичности существования отдельных живых тел и случайности, непредсказуемости эволюции.

Противники телеологии часто сравнивают живое существо с машиной. А всякая машина изобретается и строится с определенной целью.

Выход биологии на молекулярный уровень, успехи геномики создают впечатление, что биология вот-вот растворится в физике. Но в действительности как раз наоборот. Суждения о своеобразии живого, высказанные в свое время Бором, Гейзенбергом, Шредингером, Сент-Дьердьи, не только сохранили смысл, но и приобрели дальнейшие обоснования. И перед генетиками сейчас еще больше вопросов, чем 100 лет назад. Откуда взялись пуриновые и пиримидиновые основания (в неживой природе они неизвестны), как они образовали специальные информационные структуры, как сформировался аппарат синтеза белков. Таким образом, успехи геномики не сужают поле биологии, а расширяют его, углубляют до молекулярного уровня. Тем самым и позиции витализма становятся увереннее.

## Биологические корни человека и ноосфера

Ноосфера — порождение биосферы, господство более высоко организованной материи: человеческого мозга и его продукта, разума. Сам Вернадский понимал под ноосферой прежде всего некий грядущий миропорядок, когда вся жизнь человечества будет благоразумна, бесконфликтна и подчинена научно установленным истинам. Разум ошибочно понимался как синоним благоразумия и прежде всего потому, что не учитывалась биологическая, весьма противоречивая, природа человека.

Человек разумный, *Homo sapiens*, господствует на Земле уже много тысяч лет. И все это время продолжаются вооруженные конфликты и социальные потрясения, применяется все более изощренное оружие, среда загрязняется вредными отходами. Все это — результаты деятельности человеческого разума, реальные компоненты нынешней ноосферы.

За 3-4 млрд лет с момента появления жизни на Земле древо жизни от единого корня разрослось и невероятно разветвилось. Поэтому рассматривать эволюцию жизни в виде прямой восходящей лестницы от «низших» к «высшим» и далее к «разумным», конечно, нельзя (хотя Вернадский и склонялся к такому представлению). Появление *H. sapiens* — такой же непредвиденный виток эволюции, как и появление других групп живых существ.

Становление ноосферы произошло вряд ли более 50 тыс. лет назад, т.е. за геологически очень короткое время. Решающую роль, конечно, сыграло развитие мозга, особенно в сочетании с развитием руки. Вероятно, взаимодействие разум—рука шло по пути положительной обратной связи [11]. В наши дни поразительный эффект такой связи мы можем наблюдать в развитии науки и технологии.

Дату наступления ноосферы определить трудно, да и не так уж

важно. Но, мне кажется, можно назвать точку отсчета материальной культуры, начало эпохи ноосферы. Это приручение огня. Именно Прометей принес на Землю ноосферу. Другие факторы (примитивное возделывание растений или использование труда домашних животных) могут трактоваться как случаи комменсализма, не редкого в природе.

Мы часто отмечаем у животных качества и поступки, похожие на людские. Но нас предупреждают: будьте осторожны с толкованиями этих явлений; они — результат инстинктов, гормональных или иных физиологических процессов, и с разумными действиями человека имеют лишь внешнее сходство. Однако ведь все свойства и качества человека откуда-то взялись. Не зря же в народных сказках, баснях, в детских играх животные фигурируют наравне с людьми. Корни всех действий человека лежат в его животной природе; с обретением разума и созданной разумом техники они получают новый импульс к развитию.

Как биологический вид человек, конечно, ближе всего к обезьянам. Но современные обезьяны — очень специализированная группа и, вероятно, тупиковая ветвь филогенеза. К тому же дикие обезьяны — макаки, которых мне довелось наблюдать в Индии, совсем не кажутся приятными родственниками. Чтобы осознать «наследство», полученное человеком от братьев меньших, следует посмотреть на млекопитающих в целом или даже на всех теплокровных, включая и птиц, обратить внимание на важнейшие стороны жизни.

*Дом.* Чувство дома возникло глубоко на животном уровне. Птицы строят гнезда, звери роют нору, человеку домом служили пещеры, шалаши, вигвамы, чумы, землянки, бунгало и т.д., даже — как я видел в Калькутте — обочины тротуаров. Как что-то родное воспринимаются обычно и окрестности дома. От животных же человек унаследовал и стремле-

ние отыскать новый, лучший дом где-нибудь в дальних краях. Это двойное отношение к дому хорошо отразили римляне в известной игре слов *ubi patria — ibi bene* (где отечество — там и хорошо), *ubi bene — ibi patria* (где хорошо — там и отечество). Промежуточный тип — сезонные (у человека и трудовые) миграции — тоже нередок (особенно у птиц, рыб, морских млекопитающих).

*Потомство.* Вырастить его — цель всех живых существ. Большинство теплокровных заботятся о каждом детеныше индивидуально — даже если их довольно много. Потомство воспитывается сначала в гнезде (т.е. в семье), затем поблизости от него под надзором родителей, потом уже в общей стае. Сроки, конечно, далеки от человеческих: в процессе эволюции человеческий мозг требовал для формирования все больших сроков.

*Передвижение в пространстве.* Это очень важная сторона жизни животных. И на уровне ноосферы оно получило самое поразительное развитие во многих направлениях: освоение космоса, спортивные рекорды и др.

О жизни и поведении животных в неволе и на воле написано очень много. Приведу лишь несколько собственных наблюдений.

Однажды мне довелось видеть, как две пары черных воронов (*Corvus corone*) дрались между собой за обладание участком поля с большой кучей навоза. Вороны — сильные и смелые птицы, герои сказок и легенд, а тут — драка за навоз. Долго они мерялись силами, наконец, одна пара взяла верх и изгнала другую. Наблюдая эту сцену, я вспомнил, как на кухне коммунальной квартиры, где я жил в школьные годы, две хозяйки отчаянно ругались и чуть не подрались за место для их помойных ведер. А недавно два государства сцепились за острова в далеком океане...

На одном участке нашего садового товарищества растет ли-

па — самое большое и красивое дерево поселка. И на ней лет 10 назад был скворечник, в котором жили скворцы. На наших глазах откуда-то взялась сорока; она всячески мешала скворцам и, наконец, вовсе их выгнала. Сама на дереве не поселилась (сороки гнезда всегда скрыты где-нибудь в глухих уголках), но прилетала регулярно на верхушку липы — осмотреть окрестности и, видимо, просто для удовольствия... Похожего в современном человеческом обществе найдется немало.

И еще рассказ, позаимствованный из литературы, — рассказ если и выдуманный, то весьма правдоподобный. Один самец в обезьяньем стаде был недоволен своим социальным статусом и очень хотел подняться повыше. Но все никак не получалось. И вот он научился греметь пустыми канистрами, что сразу сделало его значительной персоной.

С другой стороны, и положительные качества — вовсе не изобретение разумного человека. В поведении животных много доброжелательности, доверия, даже своего рода деликатности, чего мы подчас не замечаем или — еще хуже — грубо обрываем. Нам даже в голову не приходит мысль, что мы обижаем животных и у них создается весьма нелестное представление о *Homo sapiens*. Самый частый пример: кошка подносит своим хозяевам изысканный, по ее мнению, подарок — только что пойманную, полуживую мышь. Надо видеть, как обескуражена и растеряна (и вероятно обижена) бывает кошка, если ее подарок не могут правильно понять и оценить.

Встретившись со стадом гусей, мы начинаем на них кричать, махать руками и палками. А ведь гуси — очень умные, спокойные и контактные птицы. Мне особенно запомнились две встречи с ними. Как-то, осматривая Вологду, мы оказались под стеной Спасо-Прилуцкого монастыря и присели на бугорок у ре-

ки отдохнуть. Недалеко от нас щипало траву семейство гусей — голов 7 или 8. Осенний день кончался, место было пустынным, гусям было скучно и одиноко, и мы для них оказались интересным развлечением. Всей кучкой они подошли к нам и сперва очень деликатно осведомились: нет ли у нас чего-нибудь с ними поделиться. У нас кое-что нашлось, и мы приятно провели с полчаса вместе, перекусив, посидев рядышком и поговорив о жизни.

Другая интересная встреча случилась во время экспедиции по Десне. От Брянска до Новгород-Северска у Десны высокий правый берег, на нем села и города, а левый берег широкий луговой, где был разбит наш лагерь. Гуси из сел утром переплывали на луга кормиться, а вечером возвращались домой. Переваливаясь с одной лапы на другую, они с трудом взбирались от реки по крутым тропинкам. Вожак одной из гусиных стай решил сэкономить время и силы и оставил своих подопечных ночевать на лугу рядом с нами. Он сообразил, что мы в их дела вмешиваться не собираемся, но можем быть им защитой. Наблюдая суточный распорядок гусиной стаи, мы отметили его рациональность: в нем предусмотрен регулярный отдых, чистка оперения и разминка. Во всем вожак показывает пример, которому все остальные неуклонно следуют.

Что такое городская ворона? Образец бесцеремонности и даже прямого нахальства? А в Измайловском парке я видел, как ворона (самец) ранней весной подносила избраннице своего сердца свадебный подарок (что именно — я не разглядел, но в образцовом характере действия сомнения не возникло).

Что и как думают животные — или же они вовсе не думают? (Не забудем, что мысль может течь и без слов [12].) Несомненно, у каждого вида есть свой кодекс поведения. Его можно назвать моральным, считать (или не считать) врожденным стереотипом,

инстинктом и т.п. Дело не в названии и толковании, а в том, что он — результат эволюции и существует. Кодекс содержит черты как общие для больших групп, так и свои специфические. Свойства высших животных человек в значительной мере сохранил и выходя на уровень ноосферы.

Все стремления к цели современного человека суть продолжение, развитие, детализация целей, наклонностей и способностей, которые были присущи ему еще в животном состоянии, когда он еще был на пути к «разумности». Тогда пища служила ему одновременно источником и вещества и энергии. Затем человек постепенно стал применять технику: сначала ручную, а затем — машинную с использованием сторонней энергии.

Теперь весь земной шар опутан сооружениями человека. Вернадский считал возможным говорить о человеке как о геологической силе. Но это отражает только количественную сторону дела и не выражает главного: вся «материальная часть» ноосферы и в своем происхождении, и в своем существовании целиком связана с человеком. Без него она не может ни расширяться, ни просто существовать.

Таким образом, теперь есть два принципиально различных неживых мира: доноосферный и ноосферный. Оба они подчиняются одним и тем же законам физики. Но возникнуть по этим законам ноосферный мир никогда не мог бы. Построивший его разум действует не по вероятности, а по выбору.

Сравнение живых существ с машинами может быть интересно, но нужно сравниваемые предметы поменять местами: не машина создала живые существа по своему подобию, а живые существа создали машины по своему разумению и в своих целях.

Что же до создания живого из неживого, то нам следует сначала решить, что это принесет человечеству и Земле, и нужно ли к этому стремиться.



Мне эта цель представляется вряд ли достижимой. Как уже было сказано, к фундаментальным вопросам жизни приложима фундаментальная теорема Гёделя: за длинным рядом постепенно преодолеваемых необходимостей видится достаточность, но по пути к ней встречаются все новые необходимости, и достаточность остается не достигнутой.

Ноосфера все более отрывает человека от живой природы. С другой стороны, четче проявляется биологическая основа различных социальных и культурных явлений. Так, известно, что развитие науки и технологии сходно с дарвиновской эволюцией живых существ. Поразителен изоморфизм между биологическим видом и языком, описанный в литературе уже со времен Дарвина. Структурный изоморфизм обусловлен сходством трех основных факторов: множественностью индивидуальных носителей, имеющих ограниченный срок жизни; географизмом (и вид и язык привязаны к определенной территории); историзмом — оба присущи определенному историческому этапу, и у каждого своя история.

Можно ли, исходя из биологических основ, сказать что-то по поводу современной социальной и культурной ситуации? Думаю, что можно, хотя только в самых общих чертах и помня о непредсказуемости хода истории. Вместе с разумом человек получил понимание того, что его

жизнь — конечна, она не более пылинки в мировом космосе. Чувствуя близость смерти, он топчется что-то доделать, досказать, завещать, сознавая, однако, что все это столь же эфемерно, как и он сам, т.е. нужно только ближайшему кругу и в ближайшее время, а дальше — забвение в бездне ночного звездного неба. В противовес угнетающему влиянию таких обстоятельств, все религии создавали представления о загробной жизни, о переселении душ и повторном рождении в другом обличье, которые современный человек серьезно не воспринимает. Перед ним, естественно, встает вопрос: а для чего он живет, для чего его труд? Есть два ответа: первый — для себя и на сегодня; второй — для всех и на будущее. В первом случае, рассчитавшись с налогами и прочими платежами, человек может чувствовать себя свободным. Он никому ничего не должен, но и никому не нужен: если его не станет, место тотчас займет кто-то другой. Во втором случае человек чувствует себя частью общего дела, более важного и длительного, чем его личная жизнь.

В советскую эпоху общественные интересы и перспективы будущего принимались за бесспорно высшие цели. Вероятно, именно благодаря таким установкам полетел в космос Юрий Гагарин, и каждый гражданин мог чувствовать себя причастным к этому событию. Риска на

влекать на себя гнев господ либералов, хочу отметить, что по уровню организации чисто рыночная стихия гораздо ниже каких-либо общих социальных целей. Их утрата неизбежно обернется крупными минусами, и никакая религия не сможет компенсировать положение.

Живое неудержимо стремится к расширению многообразия, и неудивительно, что идея коммунизма как мирового социального единства и единомыслия потерпела крах. Сейчас у нас радостно воспринимается другой миф: мировое единство и единообразие экономики; за него Россия уже заплатила утечкой сотен миллиардов у.е. Не повторит ли эта новая идея судьбу коммунизма?

За те тысячелетия и столетия, что человек освоил Землю, сформировался целый ряд культурных течений, именуемых обычно цивилизациями. Каждому человеку наиболее близка и дорога та культура, в которой он вырос (хотя могут вызывать интерес и другие). Самое важное, близкое к сердцу, что содержат все цивилизации и чем они отличаются одна от другой — это некоммерческие ценности: природные, исторические, культурные. Значит, ориентация на универсальное господство безликих денег, на всепродажность — в корне противоречит культурному прогрессу. Тем более, что возникновение зачатков новых культурных течений продолжается и будет продолжаться. ■

## Литература

1. *Novikoff A.B.* The concept of integrative levels and biology // *Science*. 1945. V.101. №2618. P.209—215.
2. *Сент-Дьердьи А.* Введение в субмолекулярную биологию. М., 1964. (пер. с англ. изд. 1960).
3. *Манин Ю.И.* Теорема Гёделя // *Природа*. 1975. №12. С.80—87.
4. *Нагель Э., Ньюмен Дж.* Теорема Гёделя. М., 1970 (пер. с англ.).
5. *Гейзенберг В.* Физика и философия. Часть и целое. М., 1989.
6. *Шредингер Э.* Что такое жизнь с точки зрения физики? М., 1947. Переиздана 1972 г.
7. *Simpson G.G.* The meaning of evolution. New Haven, 1949.
8. *Скворцов А.К.* Многообразие живого мира Земли и проблемы его сохранения // *Природа*. 1996. №6. С.95—105.
9. *Скворцов А.К.* // *Бюлл. МОИП, отд. биол.* 2001. Т.106. №1. С.4—7.
10. *Вернадский В.И.* Философские мысли натуралиста. М., 1988. С.358.
11. *Скворцов А.К.* Человек с точки зрения биолога-эволюциониста // *Природа*. 1974. №9. С.95—100.
12. *Скворцов А.К.* Механизмы органической эволюции и процесса познания // *Природа*. 1992. №7. С.3—10.

# Нанотехнологическая революция стартовала!

Ю.И. Головин

**М**ы все чаще слышим слова *нанонаука, нанотехнология, наноструктурированные материалы и объекты*. Отчасти они уже вошли в повседневную жизнь, ими обозначают приоритетные направления научно-технической политики в развитых странах [1–4]. Так, в США действует программа «Национальная нанотехнологическая инициатива» (в 2001 г. ее бюджет был 485 млн долл., что сопоставимо с годовым бюджетом всей Российской академии наук). Евросоюз недавно принял шестую рамочную программу развития науки, в которой нанотехнологии занимают главенствующие позиции. Минпромнауки РФ и РАН также имеют перечни приоритетных, прорывных технологий с приставкой «нано-». По оценкам специалистов в области стратегического планирования, сложившаяся сейчас ситуация во многом аналогична той, что предшествовала тотальной компьютерной революции, однако последствия нанотехнологической революции будут еще обширнее и глубже. Да, собственно, она уже началась и взрывообразно захватывает все новые и новые области. В журнале «Природа» были опубликованы статьи, посвященные отдель-



**Юрий Иванович Головин**, доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заведующий кафедрой теоретической и экспериментальной физики Тамбовского государственного университета. Область научных интересов — динамика структурных дефектов в различных материалах, влияние магнитных и микроволновых полей на подвижность дислокаций, нанотехнологии.

ным направлениям нанонауки [5–9]; теперь постараемся бросить взгляд на нее как на единое целое.

## Углубляясь в наноджунгли

Итак, что же сейчас понимают под нанотехнологиями? Сама десятичная приставка «нано-» происходит от греческого слова «*nanos*», что переводится как «карлик» и означает одну миллиардную часть чего-либо. Таким образом, чисто формально в сферу этой деятельности попадают объекты с размерами  $R$  (хотя бы вдоль одной координаты), измеряемыми нанометрами. Реально диапазон рассматрива-

емых объектов гораздо шире — от отдельных атомов ( $R < 0.1$  нм) до их конгломератов и органических молекул, содержащих свыше  $10^9$  атомов и имеющих размеры гораздо более 1 мкм в одном или двух измерениях. Принципиально важно, что они состоят из счетного числа атомов, и, следовательно, в них уже в значительной степени проявляются дискретная атомно-молекулярная структура вещества и/или квантовые закономерности его поведения. Удовлетворяя наше стремление к миниатюризации, к снижению энергоемкости и материалоемкости, такие системы обладают еще одним козырем. В силу действия различных причин (как чисто геометрических, так и физичес-

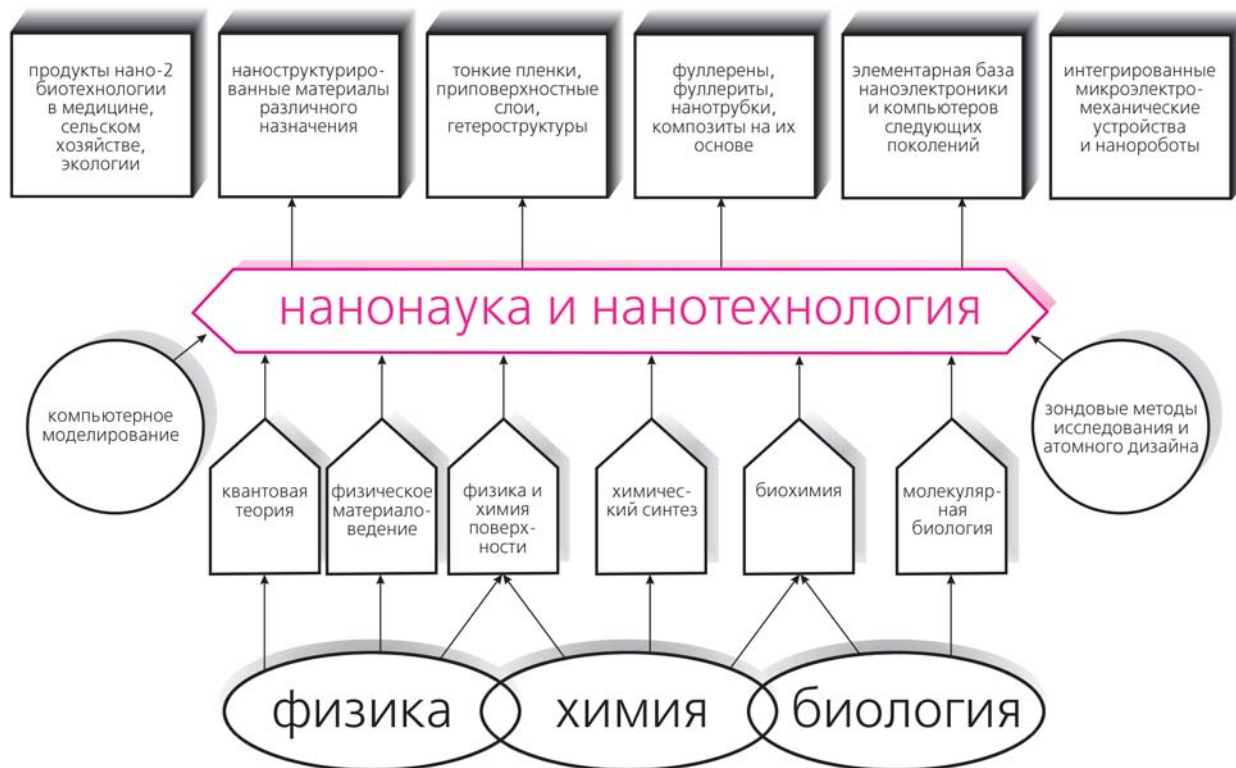
ких) вместе с уменьшением размеров падает и характерное время протекания разнообразных процессов в системе, т.е. возрастает ее потенциальное быстродействие. Пока в серийно производимых компьютерах достигнуто быстродействие (время, затрачиваемое на одну элементарную операцию) около 1 нс, и его можно уменьшить на несколько порядков величины в ряде наноструктур. Но существующие сейчас массовые технологии производства практически достигли своих теоретических пределов и нуждаются в кардинальном обновлении.

Новая парадигма в технологии — «снизу вверх», вытесняющая и дополняющая старую — «сверху вниз» (т.е. от большой заготовки — к готовому изделию путем отсечения лишнего материала), — базируется на глубоких знаниях свойств каждого атома из таблицы Менделеева и использует силы притяжения между ними при нанометровых расстояниях. В результа-

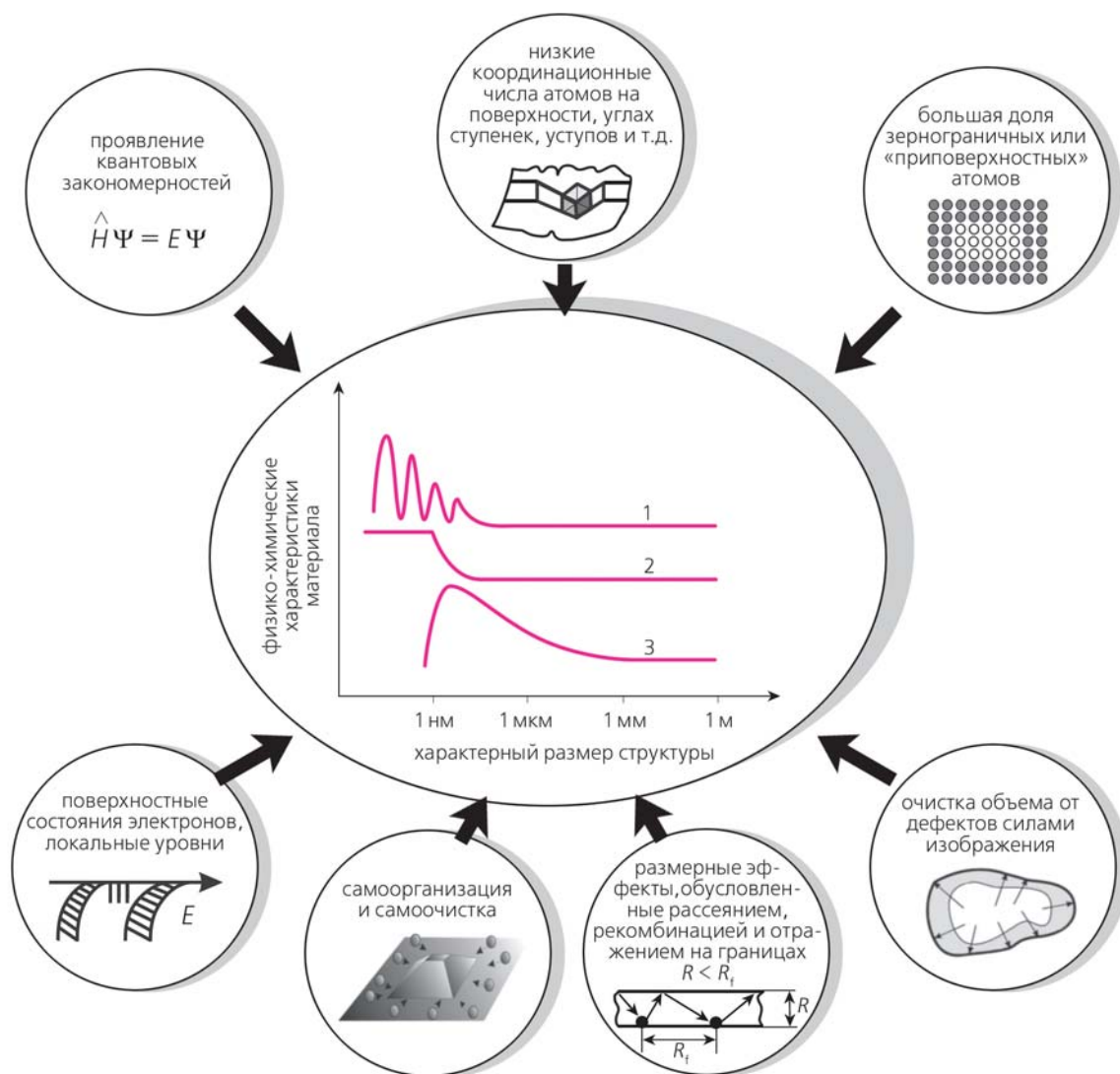
те действия этих сил могут образовываться атомные конфигурации, стабильность которых определяется типом и прочностью внутренних связей, абсолютной температурой и характером окружения. Чем меньше частица и ниже температура, тем сильнее проявляются ее квантовые качества. Свойства наночастиц сильно изменяются по сравнению с макрочастицами того же вещества, как правило, уже при размерах  $R_c \leq 10-100$  нм. Для различных характеристик (механических, электрических, магнитных, химических) этот критический размер может быть разным, как и характер их изменений (монотонный—немонотонный) при  $R < R_c$ . Ввиду резкой зависимости свойств вещества от числа одинаковых атомов в кластере ее иногда аллегорически называют даже третьей координатой таблицы Менделеева.

Среди причин размерных эффектов в наномасштабных объектах есть как вполне оче-

видные, так и заслуживающие дополнительных комментариев. Например, ясно, что доля атомов  $\alpha$ , находящихся в тонком приповерхностном слое (~1 нм), растет с уменьшением размера частички вещества  $R$ , поскольку  $\alpha \sim S/V \sim R^2/R^3 \sim 1/R$  (здесь  $S$  — поверхность частички,  $V$  — ее объем). Также общеизвестно, что поверхностные атомы обладают свойствами, отличающимися от «объемных», поскольку они связаны с соседями по-иному, нежели в объеме. В результате на поверхности может произойти атомная реконструкция и возникнет другой порядок расположения атомов. Для атомов, оказавшихся на краях монокристаллических террас, уступов и впадин на них, где координационные числа значительно ниже, чем в объеме, возникают совершенно особые условия. Взаимодействие электронов со свободной поверхностью порождает специфические приповерхностные состояния (уровни Тамма). Все это вместе взятое



Научные основы и объекты нанонауки и нанотехнологии.



Примеры специфического поведения вещества на субмикронном масштабном уровне и основные причины специфики нанобъектов. 1 — осциллирующий характер изменения свойств, 2 — рост характеристики с насыщением, 3 — рост характеристики с максимумом.

заставляет рассматривать приповерхностный слой как некое новое состояние вещества.

Заметим также, что поверхность служит стоком (причем почти бесконечной емкости) для большинства дефектов кристаллической структуры благодаря действию сил изображения\* и других причин.

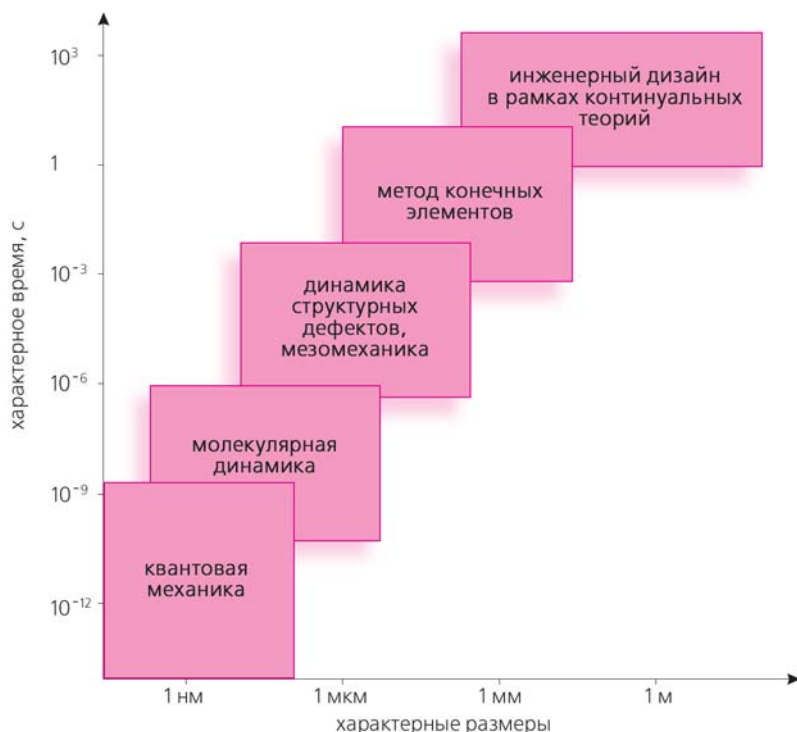
\* Силы изображения получили свое название по методу расчета электрических полей, который заключается в мысленном помещении симметрично за границей раздела точно такого же объекта, но противоположно заряженного.

Силы изображения убывают по мере удаления от поверхности, но если размер частички достаточно мал, они могут «высосать» из объема на поверхность большинство дефектов и сделать его более совершенным в структурном и химическом отношениях.

Далее, вспомним: рассматривая любой процесс переноса (протекание электрического тока, теплопроводность, пластическую деформацию и т.п.), мы приписываем носителям неко-

торую эффективную длину свободного пробега  $R_i$ . При  $R \gg R_i$  рассеяние (или захват и гибель) носителей происходит в объеме и слабо зависит от геометрии объекта. При  $R < R_i$  ситуация радикально меняется и все характеристики переноса начинают сильно зависеть от размеров образца.

Наконец, если объект имеет атомарный масштаб в одном, двух или трех направлениях, его свойства могут резко отличаться от объемных для того же ма-



Теоретические основы технологий различного масштабно-временного уровня.

териала из-за проявления в поведении квантовых закономерностей. Например, когда хотя бы один из размеров объекта становится соизмеримым с длиной волны де Бройля для электронов, вдоль этого направления начинается размерное квантование.

Для анализа свойств наноструктур используют широкий спектр физических подходов и методов.

### Что как получают

Всего за несколько последних лет разработаны сотни наноструктурированных продуктов конструкционного и функционального назначения и реализованы десятки способов их получения и серийного производства [10–14]. Можно выделить несколько основных областей их применения: высокопрочные нанокристаллические и аморфные материалы, тонко-

пленочные и гетероструктурные компоненты микроэлектроники и оптоэлектроники следующего поколения, магнитомягкие и магнитотвердые материалы, нанопористые материалы для химической и нефтехимической промышленности (катализаторы, адсорбенты, молекулярные фильтры и сепараторы), интегрированные микроэлектромеханические устройства, негорючие нанокompозиты на полимерной основе, топливные элементы, электрические аккумуляторы и другие преобразователи энергии, биосовместимые ткани для трансплантации, лекарственные препараты.

Наиболее крупнотоннажным (после строительных) является производство *высокопрочных конструкционных материалов*, главным образом металлов и сплавов. Потребность в них и материалоемкость изделий из них зависят от механических свойств: упругости, пластичности, прочности, вязкости разру-

шения и др. Известно, что прочность материалов определяется химическим составом и реальной атомарной структурой (т.е. наличием определенной кристаллической решетки — или ее отсутствием — и всем спектром ее несовершенств). Высоких прочностных показателей можно добиваться двумя прямо противоположными способами: снижая концентрацию дефектов структуры (в пределе приближаясь к идеальному монокристаллическому состоянию) или, наоборот, увеличивая ее вплоть до создания мелкодисперсного нанокристаллического или аморфного состояния. Оба пути широко используют в современном физическом материаловедении и производстве.

Разработаны составы и технологии нанесения *сверхтвердых покрытий* толщиной около 1 мкм, уступающих по твердости только алмазу. При этом резко увеличивается износостойкость режущего инструмента, жаростойкость, коррозионная стойкость изделия, сделанного из сравнительно дешевого материала. По пленочной технологии можно создавать не только сплошные или островковые покрытия, но и щетинообразные, с упорядоченным расположением нановорсинок одинаковой толщины и высоты. Они могут работать как сенсоры, элементы экранов высокого разрешения и в других приложениях.

Способность углерода образовывать цепочки  $-C-C-$  используется Природой для создания биополимеров, а человеком — синтетических полимеров и разнообразных пластмасс. В 1985 г. Х.Крото с сотрудниками обнаружили в парах графита, полученных его испарением под лазерным пучком, кластеры (или многоатомные молекулы) углерода. Наиболее стабильными из них оказались  $C_{60}$  и  $C_{70}$ . Как выяснилось в результате структурного анализа, первый из них имел форму футбольного, а второй — регбийного мяча. Позднее их стали называть *фуллере-*

нами в честь американского архитектора Р.Фуллера, получившего в 1954 г. патент на строительные конструкции в виде многогранных сфероидов для перекрытия больших помещений. Шарообразные (или дынеобразные) молекулы имеют необычную симметрию и уникальные свойства. Все ковалентные связи в них насыщены, и между собой они могут взаимодействовать только благодаря слабым ван-дер-ваальсовым силам. При этом последних хватает, чтобы построить из сферических молекул кристаллические структуры (*фуллериты*). К каждой такой молекуле можно «привить» другие атомы и молекулы, можно поместить чужеродный атом в центральную полость фуллереновой молекулы, как в суперпрочный контейнер, или полимеризовать их, раскрыв внутренние связи, и т.д. Впоследствии научились выращивать однослойные и многослойные углеродные нанотрубки. Крайне важно, что свойствами нанотрубок удается управлять, изменяя их хиральность — скрученность решетки относительно продольной оси. При этом легко можно получить проволоку нанометрового диаметра как с металлическим типом проводимости, так и с запрещенной зоной заданной ширины. Соединение двух таких нанотрубок образует диод, а трубка, лежащая на поверхности окисленной кремниевой пластинки, — канал полевого транзистора. Такие наноэлектронные устройства уже созданы и показали свою работоспособность [5]. Нанотрубки с регулируемым внутренним диаметром служат основой идеальных молекулярных сит высокой селективности и газопроницаемости, контейнеров для хранения газообразного топлива, катализаторов. Кроме того, нанотрубки могут использоваться как сенсоры, атомарно острые иголки, элементы экранов дисплеев сверхвысокого разрешения.

**Таблица**  
**Основные методы получения наноструктурированных материалов**

Группа	Основные разновидности
Компактирование порошков	Метод Глейтера (газофазное осаждение и компактирование) Прессование и спекание Электроразрядное спекание
Интенсивная пластическая деформация	Равноканальное угловое прессование Фазовый наклеп Деформация кручением в условиях высокого давления
Контролируемая кристаллизация и полимеризация	Обычные и высокие давления, однофазные, многофазные и композитные материалы
Пленочные технологии	Химическое осаждение из газовой фазы Физическое осаждение из газовой фазы Электроосаждение Ионно-лучевая имплантация Термическое разложение

Основные методы создания *тонкопленочных структур* можно разбить на два больших класса, базирующихся на физическом (в первую очередь, молекулярно-лучевой эпитаксии) и химическом осаждении. При малой толщине (до нескольких атомных слоев) двумерная подвижность осаждаемых на подложку атомов может быть очень высокой. В результате быстрой диффузии по поверхности происходит самосборка нанообъектов, обладающих ярко выраженными кванто-

выми свойствами: образуются квантовые точки, квантовые ямы, квантовые проволоки, кольца и др. Если систему квантовых точек покрыть слоем инертного материала, а затем снова напылить активный материал, то опять образуются островки, самоупорядочивающиеся на поверхности и даже скоррелированные с положением их предшественников. Повторяя такие процедуры множество раз, можно получить объемно упорядоченные структуры (квазирешетки) из квантовых ям



Схематическая зависимость прочности от плотности атомарных дефектов в материале.  $G$  — модуль сдвига.

или точек, называемые гетероструктурами, и сделать на их основе лазерные источники света, фотоприемники (в том числе инфракрасного излучения в области длин волн 8–14 мкм, соответствующей максимуму теплового излучения человеческого тела), накопители информации. Вся современная микроэлектроника базируется на планарных полупроводниковых технологиях, которые дают возможность создавать самые разнообразные многослойные тонкопленочные структуры с функциями сенсоров, логической и арифметической обработки сигнала, его хранения и передачи по электронным или оптическим линиям связи.

### Наноэлектроника следующих поколений

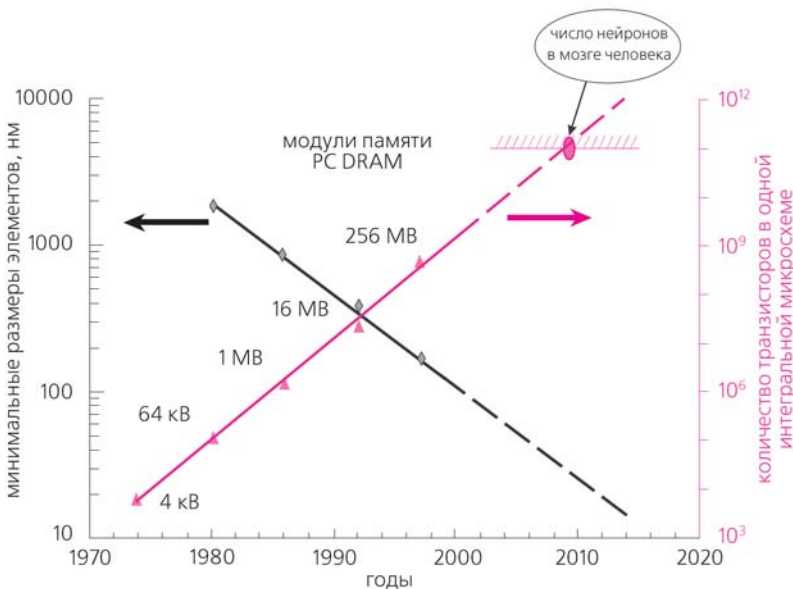
Любые достижения в нанонауке сначала рассматриваются под углом их приложимости к информационным технологиям. Можно выделить несколько крупных направлений атаки на этом участке фронта:

- уже упоминавшиеся различные устройства на углеродных нанотрубках;
- одноэлектроника, спинтроника и джозефсоновская электроника, в том числе квантовые компьютеры;
- молекулярная электроника, в частности, с использованием фрагментов ДНК;
- сканирующие зондовые методы.

Несмотря на нарастающий уровень трудностей, в течение трех последних десятилетий поддерживается неизменный и очень высокий темп роста всех существенных характеристик в микроэлектронике. Наиболее революционные достижения приближаются к квантовым пределам, положенным самой Природой — когда работает один электрон, один спин, квант магнитного потока, энергии и т.д. Это сулит быстрое действие порядка ТГц ( $\sim 10^{12}$  операций в секунду), плотность записи информации  $\sim 10^3$  Тбит/см<sup>2</sup>, что на много порядков выше, чем достигнутые сегодня, а энергопотребление — на несколько порядков ниже. При та-

кой плотности записи в жестком диске размерами с наручные часы можно было бы разместить громадную библиотеку национального масштаба или фотографии, отпечатки пальцев, медицинские карты и биографии абсолютно всех (!) жителей Земли. Действительно, с принципиальной точки зрения для оперирования в двоичной системе исчисления 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 — перейти с одного атома на другой). Это реализовало бы заветную мечту — *одноэлектронное устройство*. К сожалению, пока лучшие современные электронные средства неэкономно «тратят» сотни, тысячи электронов на одну операцию. Другая возможность — переориентировать спин электрона из одного устойчивого состояния в другое (например, воздействуя магнитным полем), чем и занимается *спинтроника*.

Магнитные квантовые эффекты задействованы также в работе *сверхпроводящих элементов, включающих джозефсоновский переход*. Последние представляют собой две сверхпроводящие пленки, разделенные тонким слоем ( $\sim 1$  нм) диэлектрика. Один или несколько джозефсоновских контактов включаются в обычную электрическую цепь. Электроны в сверхпроводнике ведут себя скоррелированно, в результате чего ток и созданный им магнитный поток квантуются: в кольце из двух джозефсоновских контактов, включенных параллельно, может укладываться только целое число длин электронных волн, а внутри такого кольца может существовать не любой магнитный поток, а толь-



Динамика развития микроэлектроники в предшествующие 30 лет и прогноз на следующее десятилетие на примере роста параметров больших интегральных схем оперативной памяти для персональных компьютеров.

ко кратный целому числу квантов магнитного потока. Это обеспечивает автоматический переход от аналогового способа представления информации к дискретному.

Элементы быстрой одно-квантовой логики, в которых единицей информации служит квант магнитного потока, позволяют обрабатывать сигналы с частотами выше 100 ГГц при крайне низком уровне диссипации энергии. Особенно ценно то, что такая структура является одновременно и логическим элементом, и ячейкой памяти. Поскольку объем данных, передаваемых в Интернете, удваивается каждые три-четыре месяца, в ближайшей перспективе даже лучшие из разрабатываемых сейчас полупроводниковых приборов не смогут пропускать такие большие потоки. Трехмерные структуры, состоящие из сложенных в стопу джозефсоновских электронных схем, видятся сейчас как единственная альтернатива планарным полупроводниковым микросхемам.

Наноструктурированная джозефсоновская электроника как нельзя лучше подходит в качестве физической среды для конструирования квантовых компьютеров [6]. На основе двумерных сеток джозефсоновских контактов может быть также создан новый тип компьютерной памяти, строящийся не на базе традиционной логики, а использующий ассоциативную, распределенную по всей структуре память, подобно нейронным сетям живых организмов. Такая система будет способна распознавать образы, принимать оперативные решения в многофакторных ситуациях (например, в экономике, оборонных задачах, космических исследованиях) в реальном времени без механического перебора всех возможных вариантов. По-видимому, криогенная электроника не будет конкурировать с традиционной полупроводниковой во всех существующих сейчас областях применения. Ее задача — обес-

печить основу для новых поколений суперкомпьютеров и высокопроизводительных опорных телекоммуникационных систем, создание которых было бы коммерчески оправданно, несмотря на затраты, обусловленные необходимостью глубокого охлаждения.

В физических лабораториях уже разработано множество джозефсоновских элементов и устройств для применения в качестве не только логических элементов и ячеек памяти, устройств квантового кодирования и передачи данных, но и генераторов и приемников миллиметровых и субмиллиметровых излучений, а также высокочувствительных датчиков магнитного поля, электрического заряда, напряжения, тока, теплового потока и т.д. Подобные датчики при регистрации малых сигналов имеют чувствительность вблизи фундаментального квантового предела, т.е. в тысячи, десятки тысяч раз выше, чем у традиционных полупроводниковых устройств. Это позволяет использовать их в бесконтактной медицинской диагностике (магнитокардиографы, магнитоэнцефалографы). На повестке дня — создание магнитной томографии, позволяющей по картине магнитного поля следить за функционированием органов, внутриутробным развитием плода в реальном масштабе времени.

Как реальная альтернатива «кремневой» электронике в недалеком будущем многими специалистами рассматривается *молекулярная электроника*. Тому есть несколько причин. Природа создала за миллионы лет эволюции самые разнообразные молекулы, выполняющие все необходимые для сложного организма функции: сенсорные, логически-аналитические, запасающие, двигательные. Зачем разрабатывать и производить искусственные структуры из отдельных атомов при наличии готовых строительных «блоков»? Тем более что они имеют

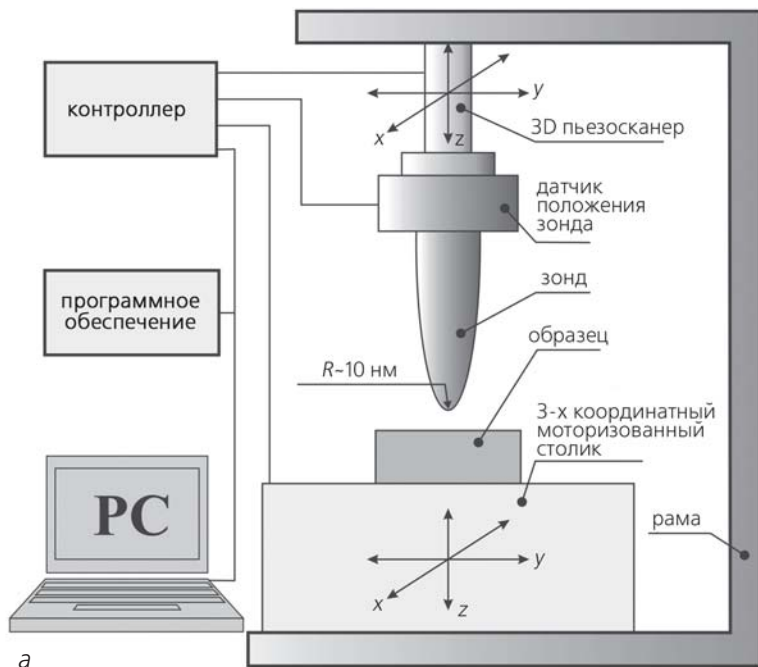
оптимальную конфигурацию, структуру и нанометровые размеры. В настоящее время существующих фундаментальных знаний и нанотехнологий достаточно лишь для демонстрации принципиальных возможностей создания практически всех структур, необходимых для информационных технологий и микроробототехники [7]. Однако нет сомнений, что в ближайшем будущем они будут играть важную роль во многих приложениях. Молекулярная электроника входит составной частью в более крупную отрасль — *нанобиотехнологию*, занимающуюся биообъектами и биопроцессами на молекулярном и клеточном уровне [8] и держащую ключи к решению многих проблем экологии, медицины, здравоохранения, сельского хозяйства, национальной обороны и безопасности.

## Глаза и пальцы нанотехнологии

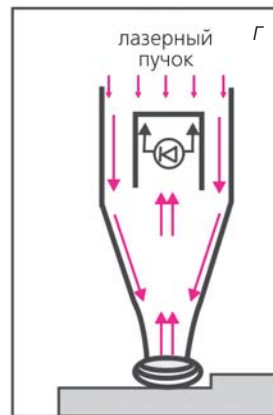
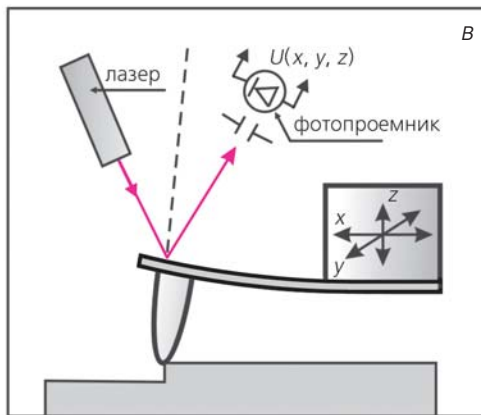
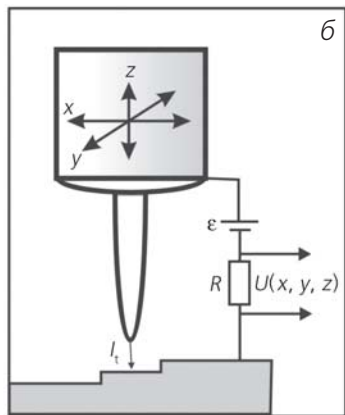
Появление наноструктур потребовало новых методов и средств, позволяющих изучать их свойства. С момента изобретения Г.Биннингом и Г.Рорером первого варианта сканирующего туннельного зондового микроскопа в 1982 г. прошло всего 20 лет, но за это время из острой игрушки он превратился в один из мощнейших инструментов нанотехнологии. Сейчас известны десятки различных вариантов зондовой сканирующей микроскопии (SPM — scanning probe microscopy).

Как видно из названия, общее у этих методов — наличие зонда (чаще всего это хорошо заостренная игла с радиусом при вершине ~10 нм) и сканирующего механизма, способного перемещать его над поверхностью образца в трех измерениях. Грубое позиционирование осуществляют трехкоординатными моторизованными столами. Тонкое сканирование реализуют с помощью трехкоординат-





Типовая схема осуществления сканирующих зондовых методов исследования и модификации поверхности в нанотехнологии (а) и три основных типа приборов: б — туннельный микроскоп, в — атомно-силовой микроскоп и г — ближнепольный оптический микроскоп.



ных пьезоактюаторов, позволяющих перемещать иглу или образец с точностью в доли ангстрема на десятки микрометров по  $x$  и  $y$  и на единицы микрометров — по  $z$ . Все известные в настоящее время методы SPM можно условно разбить на три основные группы:

– *сканирующая туннельная микроскопия*; в ней между электропроводящим острием и образцом приложено небольшое напряжение ( $\sim 0.01\text{--}10$  В) и регистрируется туннельный ток в зазоре, зависящий от свойств и расположения атомов на исследуемой поверхности образца;

– *атомно-силовая микроскопия*; в ней регистрируют изменения силы притяжения иглы к поверхности от точки к точке. Игла расположена на конце консольной балочки (кантилевера), имеющей известную жесткость и способной изгибаться под действием небольших вандер-ваальсовых сил, которые возникают между исследуемой поверхностью и кончиком острия. Деформацию кантилевера регистрируют по отклонению лазерного луча, падающего на его тыльную поверхность, или с помощью пьезорезистивного эффекта, возникающего в самом кантилевере при изгибе;

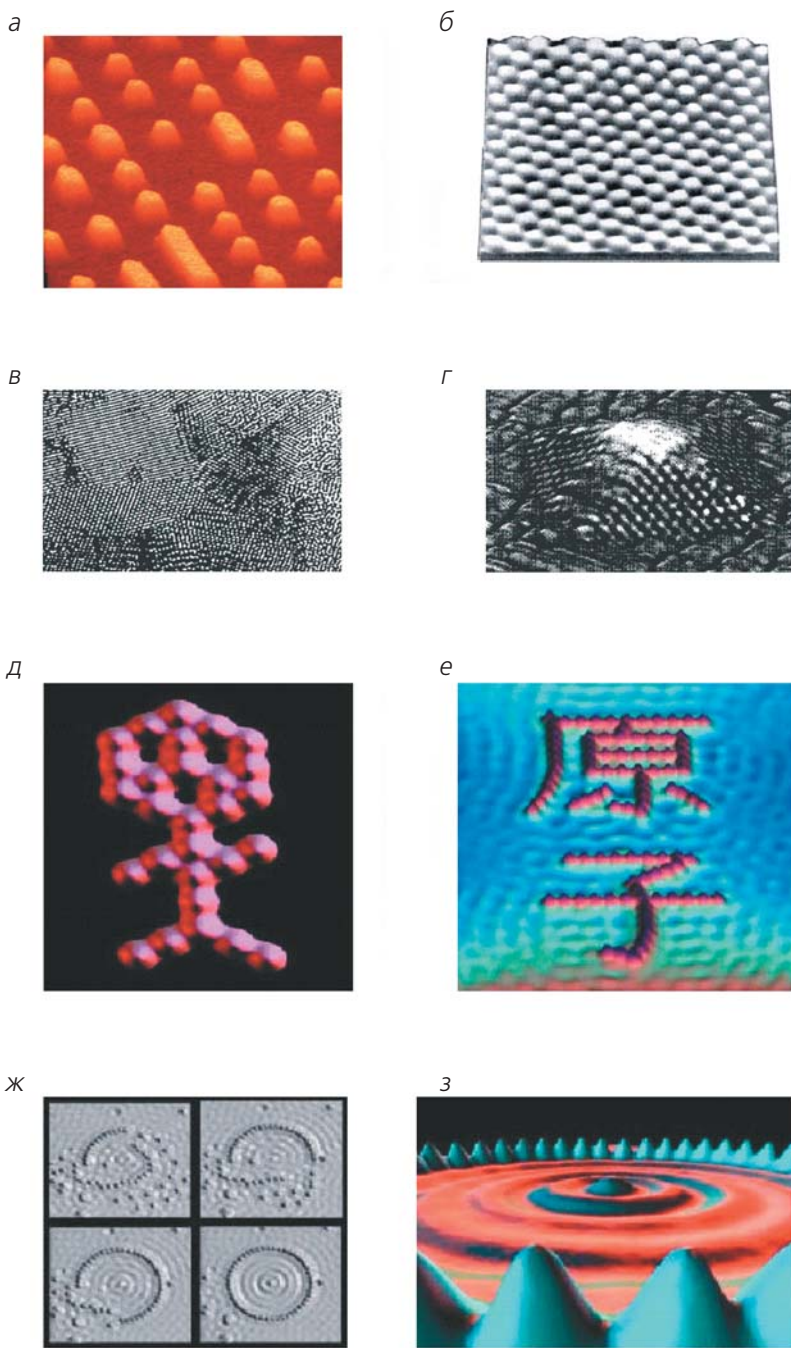
– *ближнепольная оптическая микроскопия*; в ней зондом служит оптический волновод (световолокно), сужающийся на том конце, который обращен к образцу, до диаметра меньше длины волны света. Световая волна при этом не выходит из волновода на большое расстояние, а лишь слегка «вываливается» из его кончика. На другом конце волновода установлены лазер и приемник отраженного от свободного торца света. При малом расстоянии между исследуемой поверхностью и кончиком зонда амплитуда и фаза отраженной световой волны меняются, что и служит

сигналом, используемым при построении трехмерного изображения поверхности.

В лучших модификациях туннельной и атомно-силовой микроскопии удается обеспечить атомное разрешение, за которое пучковая электронная микроскопия боролась более полувека и сейчас достигает ее в крайне редких случаях. Размеры и стоимость зондовых микроскопов значительно ниже, чем у традиционных электронных, а возможностей даже больше: они могут работать при комнатной, повышенной и криогенной температуре, на воздухе, в вакууме и в жидкости, в условиях действия сильных магнитных и электрических полей, СВЧ- и оптического облучения и т.п. Зондовыми методами можно исследовать самые разнообразные материалы: проводящие, диэлектрические, биологические и другие — без трудоемкой подготовки образцов. Они могут использоваться для локального определения атомных конфигураций, магнитных, электрических, тепловых, химических и других свойств поверхности. Особенно интересны попытки зарегистрировать спин-зависимые явления, определяющие величину туннельного тока в зависимости от поляризации одного-единственного электрона в атоме на исследуемой поверхности. Это прямой путь к решению задач одноэлектроники и спинтроники.

Очень важно, что помимо исследовательских функций сканирующая туннельная микроскопия может выполнять еще и активные — обеспечивать захват отдельных атомов, перенос их в новую позицию, атомарную сборку проводников шириной в один атом, локальные химические реакции, манипулирование отдельными молекулами.

Обычно используют два основных способа манипуляции атомами с помощью иглы — горизонтальный и вертикальный. Процесс вертикальной манипуляции отличается от горизон-



Изображения различных объектов, полученных методами сканирующей зондовой микроскопии: атомно-силовой — рельеф CD-ROM (а), сканирующей туннельной — изображение поверхности графита с атомным разрешением (б), структура нанокристаллического палладия (в), изображение квантовой точки, образованной самосборкой атомов (германиевая пирамида — г). Атомный дизайн в сканирующем туннельном микроскопе: д — «пляшущий человечек», выложенный молекулами монооксида углерода, е — иероглифы, выложенные атомами железа на поверхности меди (111), ж — поатомная сборка «квантового загона» для электрона из 48 атомов железа на поверхности кремния методом атомарного дизайна в SPM, з — в собранном «загоне» видны стоячие волны электронной плотности захваченного ловушкой электрона.

тальной тем, что после захвата нужный атом отрывают от поверхности, поднимая зонд на несколько ангстрем. Это, разумеется, требует больших усилий, чем «перекатывание» атома по поверхности, но зато потом процесс переноса не зависит от встречающихся на ней препятствий (ступеней, ям, адсорбированных атомов). Процесс отрыва атома от поверхности контролируют по скачку тока. После перемещения в необходимое место его «сбрасывают», приближая острие к поверхности и переключая напряжение на игле. В сущности это пока лишь демонстрация возможности достижения теоретического предела в оперировании веществом при конструировании полезных человеку устройств. Осуществление атомных манипуляций в массовом масштабе, пригодном для производства, требует преодоления многих сложностей: необходимости криогенных температур и сверхвысокого вакуума, низкой производительности и надежности и т.д.

Гораздо больших успехов зондовые методы достигли в нанолитографии — «рисовании» на поверхности различных наноструктур с характерными размерами в десятки нм. Ближе всего к практическим приложениям подошли процессы трех типов: химического окисления поверхности, индуцируемого движущимся острием; осаждения с острия наноструктур металла на поверхность за счет скачка напряжения; контролируемого наноиндентирования и наноцарапания. Минимальные размеры элементов, создаваемых этими способами, составляют около 10 нм, что позволяет в принципе осуществлять очень плотную запись, но производительность и надежность оставляют желать много лучшего. Диапазон от 1 до 10 нм пока не освоен для литографии даже в лабораторных условиях.

Развитие зондовых методов в направлении силового нано-

тестинга поверхности дает возможность исследовать механические свойства тонких приповерхностных слоев в нанобъемах, атомные механизмы наноконтактной деформации при сухом трении, абразивном износе, механическом сплавлении и др. [9, 15–17].

Усовершенствование зондов для сканирующей микроскопии вызвало к жизни поток публикаций о разработке и применении миниатюрных механических, химических, тепловых, оптических и других сенсоров для различных задач. Кантилеверы, создававшиеся первоначально для нужд атомно-силовой микроскопии, демонстрируют высокую чувствительность не только к приложенным силам, но и к химическим реакциям на поверхности, магнитному полю, теплу, свету. Массивы кантилеверов из кремния, получаемые хорошо разработанными в полупроводниковой промышленности технологиями и содержащие несколько десятков (а иногда и сотен) отдельных датчиков, позволяют реализовать на одном чипе функции «электронного носа» или «электронного языка» для химического анализа газов и жидкостей, воздуха, продуктов питания. Так, разработан сенсор, представляющий собой кантилевер с «пришитой» химически биомолекулой на кончике острия. Эта молекула (например, антитело или фермент) может селективно вступать в химическое взаимодействие только с избранными веществами, которые могут находиться в многокомпонентном растворе. Захват определенной молекулы из раствора и связывание ее на кончике острия приводит к изменению резонансной частоты кантилевера на известную величину, что расценивается как доказательство присутствия детектируемых молекул в пробе. Легко понять, что чувствительность и избирательность таких сенсоров позволяет обнаруживать и регистрировать отдельные молекулы в растворе!

Отметилась зондовая техника и среди претендентов, обещающих повысить плотность записи информации. В частности, компания IBM финансирует проект «Millipede» (от лат. — тысяченожка), возглавляемый одним из нобелевских лауреатов 1986 г. Биннингом [18]. Первоначально в качестве прототипа использовали модифицированный атомно-силовой микроскоп, который наносил на поверхность пластика отпечатки путем наноиндентирования. Однако для этого нужен весьма жесткий и массивный кантилевер, что делает процесс записи и считывания малопроизводительным. В проекте для увеличения производительности предлагается использовать одновременно несколько тысяч кантилеверов, собранных в матрицу (опытный образец имеет 1024 острия, размещенных на площади  $3 \times 3$  мм<sup>2</sup>). Каждый кантилевер имеет длину 70 мкм, ширину 10 мкм и толщину 0.5 мкм. На его свободном конце сформировано острие высотой 1.7 мкм и радиусом в вершине менее 20 нм. Для уменьшения требуемых при наноиндентировании усилий, снижения массы кантилевера и увеличения стойкости острия последнее нагревают короткими импульсами тока до 300–400°C, что локально размягчает пластиковую пленку, на которую записывается информация. В процессе доводки — матрица  $64 \times 64$  острия на площади около 7 мм<sup>2</sup>. Она имеет общую производительность несколько сотен Мбайт/с как при записи, так и при считывании.

Биннинг с оптимизмом заявляет, что за несколько лет группа надеется преодолеть терабитный барьер (имеется в виду ~Тбайт/дюйм<sup>2</sup>) и приблизиться к атомной плотности записи (~ $10^3$  Тбайт/см<sup>2</sup>), что в принципе достижимо методами атомно-силовой микроскопии. Заметим, что помимо IBM и другие компании («Hewlett—Packard», «Hitachi», «Philips», «Nanochip») ведут интенсивные разработки

устройств со сверхвысокой плотностью записи. Так что сейчас трудно сказать, какие из этих продуктов ждет коммерческий успех. Но интуиции нобелевских лауреатов, видимо, стоит доверять, как это делают такие гиганты, как IBM.

Итак, зондовые методы стали универсальным средством исследования, атомарного дизайна, проведения химических реакций между двумя выбранными атомами (молекулами), записи и хранения информации с предельно возможным в природе разрешением  $\sim 10^{-10}$  м (для атомарных структур), а также последующего ее считывания.

### Что впереди?

Дальнейшее развитие нанотехнологии предусматривает переход от отдельных элементов и их сборок к интегрированию сенсорной, логически-аналитической, двигательной и исполнительской функции в одном устройстве. Первый шаг в этом направлении — создание микро-нано-электромеханических систем (MEMS/NEMS). И нанострия, и нанокантелеверы, и просто нанопроводники могут быть очень чувствительными и селективными сенсорами, расположенными на одном чипе с электроникой. К ним можно добавить нанососы, и в результате получится аналитическая химическая лаборатория, размещающаяся на пластине площадью  $\sim 1$  см<sup>2</sup>. Существуют уже анализаторы боевых отравляющих веществ, биологического оружия, искусственный нос и искусственный язык для аттестации пищевых продуктов (вин, сыров, фруктов, овощей).

Министерство обороны США, например, финансирует программу создания «Smart dust» — умной пыли, т.е. большого семейства микророботов, размером в пылинку, которые смогут, рассыпавшись над территорией противника, проникать во все щели, каналы связи, создавать

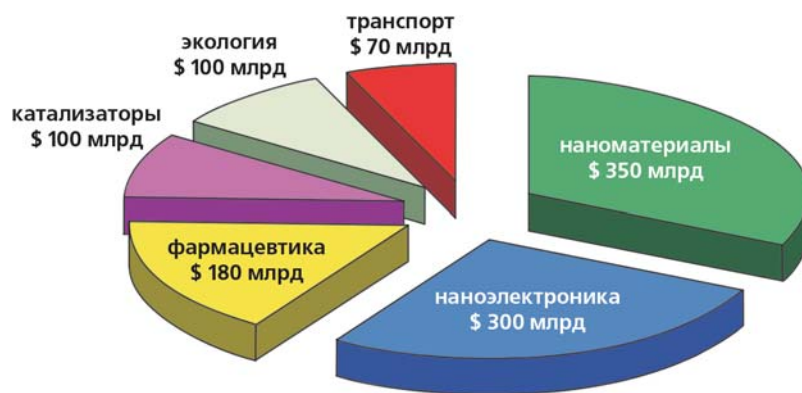
свою сеть, собирать и передавать оперативную информацию, проводить спецоперации и т.д.

Есть и более гуманистические проекты: создать специальные микророботы-«доктора», которые будут сочетать функции диагноста, терапевта и хирурга, перемещаясь по кровеносной, лимфатической или другой системе человека. Уже изготовлены образцы таких роботов, имеющих все функциональные узлы и размеры около 1 мм, и существует реальная перспектива уменьшения их размеров до микронного и субмикронного уровня.

Ключевые технологии и материалы всегда играли большую роль в истории цивилизации, выполняя не только узко производственные функции, но и социальные. Достаточно вспомнить, как сильно отличались каменный и бронзовый века, век пара и век электричества, атомной энергии и компьютеров. По мнению многих экспертов, XXI в. будет веком нанонауки и нанотехнологий, которые и определяют его лицо. Воздействие нанотехнологий на жизнь обещает иметь всеобщий характер, изменить экономику и затронуть все стороны быта, работы, социальных отношений. С помощью нанотехнологий мы сможем экономить время, получать больше благ за меньшую цену, постоянно повышать уровень и качество жизни.

Вот как формулирует грядущие благодаря нанотехнологиям перемены сотрудник Института глобального прогнозирования (Institute For Global Future, USA) Дж.Кэнтон:

- наноэнергетика сделает мир более чистым в результате разработки новых типов двигателей, топливных элементов и транспортных средств;
- сформируется новая экономика, основанная на нанотехнологиях и нанопродуктах. Е-бизнес (электронно-информационный) уступит лидирующие позиции NT-бизнесу (нанотехнологическому);
- быстрое развитие нанопромышленности потребует коренной перестройки системы образования на всех уровнях;
- потребительские и промышленные товары станут более долговечными, качественными и компактными, а вместе с тем и более дешевыми;
- медицинское обслуживание будет более доступным и эффективным. Появятся новые лекарственные препараты и диагностические средства. Нанобиотехнология сделает жизнь людей более здоровой и продолжительной;
- новые подключенные к Интернету устройства, объединяющие функции телефона, телевизора и компьютера, образуют глобальную систему связи, которая объединит всех, везде и всегда;



Прогноз развития рынка продукции нанотехнологии на 2015 г. [19].

– мир окружающих вещей станет «интеллектуальным» за счет встраивания чипов во все предметы быта и производства;

– общество станет более свободным и интеллектуальным.

Будем ли мы, жители России, вовлечены в эти процессы, вопрос не стоит. Вопрос заключается лишь в том, будем ли мы только потребителями этих

благ или еще и создателями, т.е. будем ли мы за них только платить или еще и зарабатывать на нанотехнологиях.

В завершение приведем оптимистическое предсказание Артура Кларка: «2040 год: будет усовершенствован «Универсальный репликатор», основанный на нанотехнологиях; может быть создан объект любой сложности при наличии сырья

и информационной матрицы. Бриллианты и деликатесная еда могут быть сделаны в буквальном смысле слова из грязи. В результате за ненадобностью исчезнут промышленность и сельское хозяйство, а вместе с ними и недавнее изобретение человеческой цивилизации — работа. После чего последует взрывное развитие искусств, развлечений, образования».

## Литература

1. Нанотехнология в ближайшем десятилетии / Под ред. М.К.Роко, Р.С.Уильямса, П.Аливисатоса. М., 2002.
2. Головин Ю.И. Введение в нанотехнологию. М., 2003.
3. Drexler E.K., Peterson C.H., Pergamit G. Unbounding the future: The nanotechnology revolution. N.Y., 1993.
4. Regis E., Chimsky M. Nano: The emerging science of nanotechnology. 1996.
5. Дьячков П.Н. Углеродные нанотрубки. Материалы для компьютеров XXI века // Природа. 2000. №11. С.23–30.
6. Валиев К.А., Кокин А.А. От кванта к квантовым компьютерам // Природа. 2002. №12. С.28–36.
7. Ковальчук М.В., Клецовская В.В., Фейгин Л.А. Молекулярный конструктор Ленгмюра—Блоджетт // Природа. 2003. №11. С.11–19.
8. Владимирюв Ю.А. О пользе белковой кристаллографии // Природа. 2003. №11. С.26–34.
9. Головин Ю.И., Тюрин А.И. // Природа. 2003. №4. С.60–68.
10. Андриевский Р.А. // Перспективные материалы. 2001. №6. С.24–35.
11. Трефилов В.И., Щур Д.В., Тарасов Б.П. и др. Фуллерены — основа материалов будущего. Киев, 2001.
12. Осипьян Ю.А., Кведер В.В. // Материаловедение. 1997. Т.1. №1. С.3–9; №2. С.5–11.
13. Алферов Ж.И. // Физика и техника полупроводников. 1998. Т.32. №3. С.3–18.
14. Минкин В.И. // Рос. хим. журн. 2000. Т.44. №6. С.3–13.
15. Дедков Г.В. // УФН. 2000. Т.170. №6. С.585–618.
16. Golovin Yu.I., Tyurin A.I., Farber B.Y. // J. Mater. Sci. 2002. V.37. P.895–904.
17. Golovin Yu.I., Ivogin V.I., Korenkov V.V. et al. // Phil. Mag. A. 2002. V.82. №10. P.2173–2177.
18. Vettiger P., Cross G., Despont M. et al. // IEEE Transactions on Nanotechnology. March 2002. V.1. №1. P.39–55.
19. Social Implications of Nanoscience and Nanotechnology / Eds M.C.Roco and W.S.Bainbridge. Dordrecht, 2001.

В 2002 г. НАСА США приступила к систематической оценке растительной биомассы Земли. Каждые восемь дней составляется карта количества углерода, усвоенного всеми типами растительного покрова планеты — от лесов Амазонии до фитопланктона Мирового океана. Таким образом, регулярно в масштабе реального времени измеряется масса чистой первичной продукции, т.е. разность между количеством атмосферного углерода, усво-

енного растениями в процессе фотосинтеза, и потребленного ими на дыхание. Определение этой основной составляющей углеродного цикла позволяет полностью проследить динамику метаболизма растений и их реакцию на явления как природного, так и антропогенного характера (наводнения, изменчивость морских течений, метеорологические условия и т.д.).

Science et Vie. 2003. №1029. P.31 (Франция).

150 силуэтов хищных птиц расклеены на стеклянных барьерах, которые окружают сад Национальной библиотеки им.Франсуа Миттерана в Париже. Такая мера была предпринята для того, чтобы предотвратить столкновения летящих птиц со стеклом: ведь только в 2002 г. таких случаев зарегистрировано 1300, при этом 128 птиц погибли.

Sciences et Avenir. 2003. №676. P.40 (Франция).

# Тигры на Хехцире

К.Н.Ткаченко

*Большехехцирский государственный природный заповедник*

**Б**ольшехехцирский заповедник расположен на правом берегу р.Усури в наиболее высокой части Большого Хехцира (до 949.3 м) — хребта со сглаженными вершинами, многочисленными отрогами, распадинами; в низменной части хребта находится заболоченная пойма р.Чирки. Площадь заповедника около 45.5 тыс. га. Хвойно-широколиственные леса здесь труднопроходимы из-за густого подлеска. От горных лесных массивов Сихотэ-Алиня Хехцир отделен малооблесенными равнинами. На климатические условия оказывает влияние тихоокеанский муссон, поэтому зима на Хехцире холодная и сухая, а лето — теплое с обильными дождями. Заповедник окружен сетью дорог, многочисленными населенными пунктами, дачными участками и сельскохозяйственными угодьями. Вдоль границы заповедника, разделяющей Хехцир на Большой и Малый, проходят железная и шоссейная дороги Хабаровск—Владивосток.

В середине XIX в. тигры в этих краях жили оседло и до конца 20-х годов прошлого столетия были обычны [1]. Впоследствии, до середины 80-х годов, они лишь изредка навывались на Хехцир. В 1987—

1988 гг. на заповедной и сопредельной территории поселились три тигра. Начиная с 1992 г. мы стали следить за жизнью семьи из двух взрослых особей. Наблюдения велись в основном по оставленным на снегу самцом и самкой следам. Отличить их не составляло труда, поскольку отпечаток большой подошвенной подушечки («пятки») передней лапы самца шириной 12 см, самки — 9 см. Кроме того, на ее правой задней

лапе не хватает одного пальца (тигрицу так и прозвали — Трехпалая). Отсутствие пальца заметно даже на тех следах, которые самка оставляла, ставя заднюю лапу непосредственно перед отпечатком передней (так называемые двоящиеся следы) или попадая точно след в след (совмещенные). Замечено также, что она любит ходить по стволам упавших и зависших горизонтально над землей деревьев.



Резвящиеся перед объективом тигрята (октябрь 2000 г.).

Здесь и далее фото автора

© Ткаченко К.Н., 2004

Гон, как и рождение детенышей, у тигров на юге Дальнего Востока не приурочен к определенному времени года. Обычно это происходит во второй половине зимы — январе—марте [2]. У наших подопечных брачное поведение наблюдалось во второй декаде января (в 1993 и 2000 гг.) и в первой декаде февраля (1995 г.). В 2000 г. инициативу проявила тигрица, догнавшая самца по следу, когда тот задержался у своей добычи — гималайского медведя — в северной части заповедника (междуречье Геологовский-Половинка). От места трапезы вели натоптанные тропы, вдоль которых остались многочисленные следы маркировки территории: поскребы, мочевые пятна и экскременты. Под корнями упавших и полуповаленных деревьев были обнаружены места кратковременных лежек, а под кронами — обледеневшая площадка диаметром около 10 м. В конце пути, в 4.5 км к востоку, найден участок, где тигры, вернувшись на 200 м по тропе, спаривались, после чего долго отдыхали в лежащем на земле толстом пустотелом кедровом стволе. Тигры пришли сюда обычным маршрутом, все время двигались вместе, ступая след в след, лишь иногда расходились, но не более чем на 100 м.

По данным В.Г.Гептнера и А.А.Слудского, беременность у амурского тигра длится в среднем 103 дня [3]. Соответственно тигрята на Хехцире должны были рождаться в мае—июне, однако мы об их появлении узнавали значительно позже, в ноябре—декабре, когда устанавливался постоянный снежный покров и можно было найти следы подросших малышей. Правда, в 2000 г. нам повезло — удалось с помощью фотокапкана запечатлеть тигрят еще в октябре. Обычно же об их возрасте мы судили по размеру оставленных на снегу следов. Так, ширина найденных зимой отпечатков «пятки» передней и задней лап одного из тигрят первого вы-



Двоящиеся следы тигра-самца на присыпанном снегом льду р.Одыр (декабрь 1997 г.).



Двоящиеся следы тигрицы Трехпалой на припорошенном снегом льду р.Половинки. Внизу на снимке виден след травмированной задней лапы (декабрь 2001 г.).

водка Трехпалой составляла 7 и 6.5 см, соответственно к тому времени ему должно было быть около полугода [4].

За время наблюдения потомство у Трехпалой появлялось трижды: два котенка в 1995 г., один — в 1998 г. и три (два самца и самка) — в 2000 г. Тигрята двух первых выводков благополучно выросли, а последнего, не дожив до года, погибли от голода. Об их состоянии можно было судить по поведению. Если здоровые детеныши, следуя за матерью, часто сходили с тропы, удаляясь на 50—70 м, при этом играли и гонялись друг за другом, то ослабленные почти не покидали мать, а отходя на 10 м, тут же возвращались.

Самец, по наблюдениям 1995—1996 гг., зимой держится неподалеку от семейства — ходит теми же тропами, нередко идя по следам тигрицы с дете-

нышами, но и она нередко водит тигрят вслед за отцом. Обычно они обитают в южной части заповедника, в северную же наведываются редко, и, как правило, самка ходит туда одна, оставляя детенышей в безопасном месте. Южные предгорья Большого Хехцира покрыты лиственными лесами, там много небольших скал с расщелинами, нишами и щелями, где тигрята могут спрятаться. Но дело не только в наличии надежных убежищ, тигрицу привлекает изобилие животных, на которых она может охотиться.

В южной части заповедника отдельные следы и утоптанные тропы тигров, места их лежек, площадки, где играли тигрята, и в последующие годы чаще встречались в предгорьях Большого Хехцира, а вот на равнины тигрицы с детенышами если и заходили, то не надолго.



Совмещенные следы Трехпалой на льду ручья Грязный Кривун. Вверху и внизу на снимке видны отпечатки травмированной задней лапы, покрывающей следы от здоровой передней (февраль 1998 г.).



Следы Трехпалой, прошедшей по стволу зависшего над землей дерева в междуречье Цыпа—Одыр (октябрь 2000 г.).

Взрослые же тигры без тигрят лиственные леса равнин посещали примерно столь же регулярно, как и предгорий. Изредка и на непродолжительное время тигрица приводила малышей в горные хвойно-широколиственные леса с преобладанием кедра. Заходили сюда и взрослые самцы.

На равнинах тигрица с первогодками не появлялась вовсе, хотя отдельно взрослые звери освоили и эти биотопы, но только по правобережью Чирки. Приходили они сюда независимо от сезона, даже летом во время обильных дождей, когда заливалась пойма реки. Следы и тропы животных пролегли через открытые места от релки к релке и непосредственно по льду реки. Левый берег Чирки тигры обычно не посещали: здесь ни разу не были обнаружены торные тропы и поскребы

взрослых тигров, да и тигрят (двухгодовалых) видели лишь однажды — в августе 1996 г. примерно в километре от русла. Не заходила тигрица с тигрятами, не достигшими года, и в горные елово-пихтовые леса, которые взрослые тигры посещали только во время пересечения главного водораздела Большого Хехцира.

Удивительно, что присутствие тигров, как правило, не пугает других животных; это отмечали и зоологи, работавшие в Приморском крае [4, 5]. Тем не менее, в заповеднике зарегистрировано несколько редких случаев, когда копытные и даже хищники, попав на тропу тигров, вели себя настороженно. Так, в декабре 1995 г. в долине ручья Золотой мы протропили гималайского медведя, который, натолкнувшись на следы тигрицы и двух тигрят, прошел вслед

за ними 12 м, вернулся, а потом свернул в сторону и побежал вверх по долине. Через семь-восемь метров он залез на очень толстый тополь, а, спустившись, отправился еще дальше по долине и повернул к ручью, который пересек в 30 м выше тропы тигров. При этом бедолага провалился под лед, но быстро выбрался на обрывистый правый берег. По следам тигров было видно, что они, дойдя до ручья, прошли вверх 14 м (тигрята по льду, а тигрица по левому берегу), вышли на противоположный берег и отправились дальше, выстроившись друг за другом.

Другой случай произошел в феврале 1996 г., когда к свежему поскребу с экскрементами, оставленными тигром-самцом рядом с тропой в долине р.Быковки, со стороны реки подошел изюбр. Не меняя направления, он с ходу перепрыгнул тропу и умчался вверх по склону отрога. В начале декабря 2002 г. так же повел себя кабан на крутом склоне сопки, на котором незадолго до него побывала тигрица.

Из четырех видов копытных, обитающих в заповеднике, наиболее распространен изюбр. Численность этого оленя составляет 250—260 особей (примерно 12 особей на 1000 га). Кроме того, горные и предгорные хвойно-широколиственные и широколиственные леса с преобладанием дуба монгольского населяет кабан. Его численность в южной части заповедника достигает 100 голов (более четырех особей на 1000 га). На равнинах, в предгорьях и нижнем поясе гор довольно многочисленна косуля (более пяти особей на 1000 га), а в хвойно-широколиственных и елово-пихтовых лесах на высоте 400—600 м над ур.м. можно встретить еще и кабаргу. Из хищных млекопитающих многочислен соболь, обычны гималайский и бурый медведи, барсук, рысь, колонок, енотовидная собака и лисица. Можно встретить и волка.





Изюбры (самка и годовок) и бурый медведь в долине р. Одырь (август—сентябрь 2001 г.).

Жить и выращивать потомство на Хехцире тигры могут только благодаря изобилию копытных, которые составляют основу их рациона (69.7%); чаще всего они охотятся на изюбра и кабана, реже — на косулю. Случается, нападают тигры и на медведей (26.6%), в основном гималайского, но иногда и на

бурого. Отмечено также, что ослабленные (подраненные, больные или старые) тигры поселяются вблизи жилища человека и ловят собак.

Обычно тигриные тропы пролегают в пяти километрах от населенных пунктов, реже в километре-полутора, так как здоровые хищники относятся к че-

ловеку в основном настроенно, особенно в период выращивания потомства. Без детенышей они могут подходить к поселкам и пользоваться человеческими тропами (причем самцы это делают чаще самок), самка же с тигрятами либо обводит их стороной, либо оставляет в надежном месте. Только раз, в марте 1996 г., мы нашли следы Трехпалой и двух тигрят, которые прошли около трех километров по противопожарной засыпанной камнями полосе. Но это исключительный случай, поскольку в тот год выпало очень много снега, а полоса была расчищена трактором до земли. На свежие следы, оставленные человеком, тигрица, как правило, не обращает внимание. Не обремененная детьми, она может и спокойно пересекать их, и пройти по ним какое-то расстояние, и даже полежать на них перед тем как свернуть в сторону. С появлением тигрят ее поведение меняется. Так, в ноябре 1998 г. мы обнаружили следы Трехпалой, которая вышла на недавно оставленные людьми на противопожарной полосе следы, потопталась и вернулась, но другим путем, чтобы не выдать присутствие находящегося неподалеку тигренка.

Любопытна реакция тигрицы и ее потомства на фотокапкан, который мы установили в конце октября 2000 г. в междуречье Цыпа—Одыр. На срабатывание затвора (было светло, и вспышка не понадобилась) тигрята не обратили внимания — продолжали играть перед объективом как ни в чем не бывало. Тигрица появилась у фотокапкана последней и пробежала мимо так быстро, что на пленке запечатлелось только туловище, а голова оказалась за кадром. Происшедшее никак не отразилось на поведении тигрицы — она продолжала приводить туда своих детей, не меняя маршрута.

Захаживала она и на Малый Хехцир, для чего ей надо было пересечь железную и шоссей-

ную дороги. Видимо, делала она это по ночам, так как днем движение автотранспорта довольно интенсивное (около 150 машин в час), и, естественно, одна. Ночью же по шоссе проходит не более 20 автомобилей за час, поэтому тигрица спокойным шагом переходила дорогу, но никогда не следовала по полотну. Однажды, в начале марта 1999 г., Трехпалая взяла с собой малыша, их следы были обнаружены на Малом Хехцире на левом берегу р.Сита в 15 км восточнее пос.Вишневатский (в 25—30 м восточнее заповедника). Остается только гадать, что заставило тигрицу нарушить табу.

К лесным кордонам, когда там никого не было, взрослые тигры подходили на 100—15 м, но бывало и приближались к самой двери жилища егеря. Когда на кордоне жили люди, тигры если и подходили туда, то не ближе чем на 100—50 м. На нашей памяти было всего два таких случая — на кордонах Одыр и Малиновский. Тигрица с выводком и вовсе избегала посещать эти места, как и любые населенные пункты. Даже зимой 2000—2001 гг., когда раненая

тигрица была вынуждена изменить своим привычкам и поселилась у северной границы заповедника вблизи деревень, тигрята оставались в глубине заповедника. Трехпалая ходила по хорошо накатанным дорогам от поселка к поселку, отлавливая на окраинах собак. Малышей она периодически навещала, а в конце января привела их на северный склон Большого Хехцира в долину р.Левая (на сопредельную с заповедником территорию), где они, к сожалению, умерли от голода в первой декаде февраля.

Ее «супруг» погиб не менее трагично годом ранее: забрел на окраину пос.Корфский, залез в сени одного из домов, где убил собаку и остался ночевать, а на следующий день его застрелили. Хищник был явно болен и ослаблен, он не мог охотиться в лесу из-за плохого состояния зубов (на верхней челюсти из шести резцов сохранились только два, на нижней — четыре, да и те, как и уцелевшие клыки, были обломаны почти до дна). Тигру было не менее 10 лет, из них семь он провел на Хехцире.

\* \* \*

Безусловно, миновали тяжелые для амурского тигра времена, сложившиеся в 30-е годы прошлого столетия, когда на Дальнем Востоке уцелели лишь 20—30 особей и вид оказался на грани вымирания. Тем не менее, внимание к этому хищнику не должно ослабевать — необходимы постоянные наблюдения на всем его ареале. Наша работа — небольшой вклад в изучение биологии амурского тигра. Судя по наблюдениям, благополучие этого грозного хищника на Хехцире связано с изобилием в различных лиственных лесах южных предгорий хребта Большого Хехцира копытных животных (в основном изюбра и кабана) и наличием надежных убежищ для выведения потомства, но ограничено близостью многочисленных населенных пунктов и густой сети дорог. ■

**Работа выполнена при поддержке американского Фонда защиты носорога и тигра (Rhinoceros and Tiger Fund, USA).**

## Литература

1. Маак Р.К. Путешествие на Амур. СПб., 1859.
2. Юдин В.Г. Отряд Carnivora — Хищные // Наземные млекопитающие Дальнего Востока СССР. Определитель. М., 1984. С.212—316.
3. Гептнер В.Г., Слудский А.А. Хищные (гиены и кошки) // Млекопитающие Советского Союза. М., 1972. Т.2.
4. Юдаков А.Г., Николаев И.Г. Экология амурского тигра. М., 1987.
5. Матюшкин Е.Н. Приемы охоты и поведение у добычи амурского тигра // Бюлл. Московского общества испытателей природы. Отд. биологии. 1991. Т.96. Вып.1. С.10—27.

# Скальные обвалы в Горном Крыму

А.А.Никонов,

доктор геолого-минералогических наук  
Институт физики Земли им.Г.А.Гамбурцева РАН  
Москва

Чарующие ландшафты Крыма манят путешественников, обещая им богатые впечатления, но не всегда они будут безоблачными. Как любая другая горная страна, южная часть полуострова подвержена хотя и нечастым, но грозным природным явлениям. Среди них наиболее известны грозы и ливни, ураганы, реже — оползни, землетрясения, обвалы.

Если оползни в Крыму изучали (правда, с разной интенсивностью и успехом) в течение многих десятилетий, то обвалами всерьез не занимались, если не считать работы известного геолога А.А.Борисяка, вышедшей примерно столетие назад [1]. Из нее вытекает несколько важных положений. Во-первых, скальные обвалы на Южном берегу Крыма (ЮБК), преимущественно с обрыва Яйлы, предопределены залеганием массивных юрских известняков на податливых триасовых сланцах. Во-вторых, обвалы возникают из-за крутизны склонов и разрушаемости пород, в первую очередь по трещинам. Эти условия наиболее выражены в западной части ЮБК.

Форосская скала, например, — это ядро обвалившейся когда-то массы, окруженное ка-

менной россыпью (хаосом). Язык обвала западнее нее спустился к морю, огибая в верхней части скальные зубцы горы Сахарная голова. Выше, на обрыве Яйлы сохраняется сеть огромных трещин, зияющих или заполненных обломочным материалом, свидетельствующих о подготовке будущего крупного обвала. А Крестовую гору (Исар-кая) над Алушкой Борисяк считает цельным блоком (внутри обвала) с зияющими, сквозного проникновения трещинами до 2 м шириной. Интересно, что в окружающем глыбовом навале (хаосе) встречены глыбы брекчий из некрупных обломков известняка, сцементированных известковым туфом. Это остатки древней обвальной массы, вторично вовлеченной в относительно более молодой обвал. Но выше него уже различимы свежие обвалы и грандиозные осыпи, из-под которых выходят части более ранних, но уже расчлененных оврагами обвальных холмов (диаметром до 10 м при высоте 2–3 м).

Изверженные породы в Алушкинском парке — результат грандиозного обвала от коренного их выхода западнее Крестовой горы. Но позже они были перекрыты глыбами известняка. Так автор, впервые для Крыма, различает несколько генераций обвалов.

Со времени выхода в свет работы Борисяка изучение обвалов в Крымских горах продвинулось мало, а имеющиеся наблюдения рассеяны по многим публикациям на другие темы. Это побудило автора попытаться собрать эти данные (включая информацию, полученную от очевидцев [2]) и систематизировать, подразделив обвалы на две группы: первая — спровоцированные сейсмическими колебаниями, вторая — возникающие без видимой связи с последними. Те и другие могут быть современными (зафиксированными в письменных источниках) и древними, реконструируемыми геолого-геоморфологическими способами.

Образования первой группы связаны с известными землетрясениями 1927 г. [3]. При первом, произошедшем 26 июня, с эпицентром в море, вблизи самой южной оконечности полуострова, гравитационные нарушения склонов естественно наблюдались в ближайшей части побережья между пос. Форос и Симеиз. Так, над Форосом с горы (абс. выс. 639 м), по-видимому, к юго-востоку произошел обвал. Сила сотрясений в Форосе оценивается около 7 баллов. Восточнее, в 6–7-балльной зоне, с горы над Ореандой (абс. выс. 804 м) сорвались обвалы к востоку и юго-востоку. В окрестно-



Южный берег Крыма. Скальные обрывы, подверженные обвалам, особенно при землетрясениях.

Здесь и далее фото автора

стях Ялты, где сотрясения не превысили 6 баллов, в горах отмечались камнепады и осыпи. Рушились скалы и над Гурзуфом.

Более многочисленные и крупные нарушения склонов, преимущественно обрывов Яйлы, отмечены при землетрясении в ночь с 11 на 12 сентября 1927 г. и его афтершоках. Эпицентр этого, более сильного сейсмического события располагался в море южнее Ялты. На западе ЮБК наблюдали (из пос. Мшатка) обвалы с крутых скальных склонов в полосе от Кикенеиза до Фороса. С самой горы над Форосом свалилась глыба весом около 11 т — камень Чабан-таш. Сила сотрясения вдоль этого участка побережья составила 7—8 баллов.

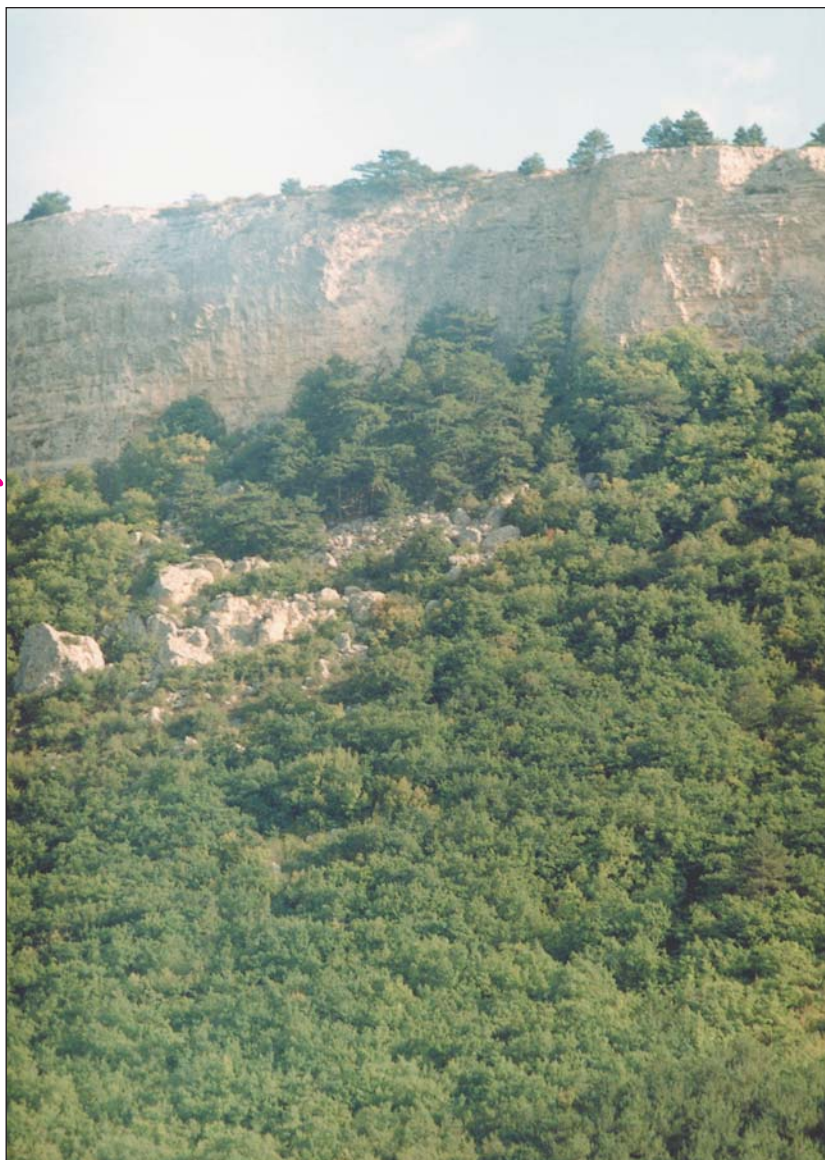
Обвалы отмечались здесь и при последующих, более слабых (5—6 баллов) толчках. В горах над Симеизом с обрывов Яйлы срывались обвалы при силь-

ном 6-балльном афтершоке днем 12 сентября. С самой горы Ай-Петри сорвался обвал «Грозный», рассыпавшийся далеко к югу по склону. О нарушениях рельефа при более сильном главном толчке из-за ночного времени и отдаленности наблюдателей мы знаем немного. По свидетельству очевидца, г. Ка-стель западнее Алушты при землетрясении 11 сентября (здесь с силой 7—8 баллов) «гудела и, казалось, разламывается на части: с треском из нее извергались глыбы и камни»[4].

Сведения о скальных обвалах при том же землетрясении собрал П.А. Двойченко (1928). Самый большой из них, с площадью стенки отрыва около 10 тыс. м<sup>2</sup>, произошел над Ялтой в верховьях ручья Яузлар, в том же месте, где без землетрясения обвал наблюдали и в мае 1924 г. Другой имел место в 2—3 км от деревни Биюк-Ламбат с горы

Пара-гельмен, где при толчке по склону прыгали огромные глыбы объемом 5—10 м<sup>3</sup>. На следующий день после землетрясения с дороги Симферополь—Алушта на горе Демерджи видели свежий отрыв (плешину), а у ее подножья сорвавшееся ночью причудливое нагромождение камней.

Примечательно, что камнепады и обвалы скал отмечались не только со склонов Яйлы на Южном берегу, где сотрясения достигали 7—8 и 7 баллов, но также в отдельных местах 2-й гряды при более слабых колебаниях порядка 5 и 4 баллов [2, 3]. Сошлемся здесь также на свидетельства местных жителей о крупных обвалах в балке Кизильник под Сюйренской крепостью, на западном склоне горы Мангуп в долине р. Кара-Коба, бассейн р. Черной. К востоку от Байдарских ворот до дер. Лимены произошло до 20 обвалов



Обвал с южного обрыва горы Мангуп (2-я Крымская гряда), произошедший при землетрясении 11 сентября 1927 г.

Следы древнего обвала у южного подножья горы Ильяс-Кая. ▶

Трещины на плоской вершине горы Ильяс-Кая (южнее бухты Ласпи), вероятно связанные с одним из древних землетрясений. ▶



Восточный мыс плато Мангуп. На первом плане блок (8×5×3 м) с частью средневековой скальной площадки, спонтанно оторвавшийся весной 1999 г. На заднем плане обвал, связанный с землетрясением 1927 г.



как во время главного толчка, так и при сильных афтершоках.

Имеются отдельные указания на нарушения рельефа и при более ранних землетрясениях. Так, известно падение скалы на дороге близ Инкермана при сотрясении около 4 баллов от Карпатского землетрясения 1793 г. Несомненно, гораздо более крупные скальные обвалы сопровождали не менее сильные, чем в 1927 г., землетрясения исторического прошлого, например сильное землетрясение на Южном берегу в XV в. (1427?), а также вероятно в IX в. и ранее. Об этом свидетельствует залегание в массиве Бабуган обвалных масс в пещерах на культурных остатках, в том числе нахождение остатков людей под глыбами обвала, и разрушение подземных сооружений, вызванных сейсмическими воздействиями [5, 6]. Часть из образований первой группы до сих пор не обследована, например, обвал с обрыва горы Мангуп-кале к юго-западу и над Батилиманом к югу, обвалы, возникавшие в 7–6- и 5-балльных зонах, а камнепады и в 4–5-балльной на обрывах Яйлы.

Из свежих примеров можно сослаться на скальный обвал в море у мыса Айя (устное сообщение О.А.Сусина) в связи с Измитским землетрясением в Турции 17 августа 1999 г., хотя сила толчков на Южном берегу Крыма тогда не превышала 4 баллов.

Ко второй группе (образованиям, возникшим без связи с землетрясениями) обычно относят только Демерджинский обвал 1894 г., заваливший деревню у подножия горы [7]. Однако в литературных источниках обнаружались и другие такие события. Так, за несколько лет до 1786 г. с обрыва Яйлы, похоже, сорвалась скальная масса в сотни тысяч кубических метров. Другие неявные свидетельства обвалов (и передвижения почв, т.е. оползней) в XIX в. имеются для участков, расположенных у Фороса, Кучук-Ламбата, Алушты [8]. В 1809 г. крупный обвал

уничтожил дер.Лимен вблизи пос.Симеиз [9]. Там же вблизи Кикенеиза при горном обвале (скальном оползне?) в октябре 1840 г. было сброшено множество обломков скал и грунт вместе с деревьями. Частые обвалы (частично, вероятно, камнепады) происходили вблизи скал и у мыса Ая в 20-х годах XX в. Примеры недавних обвалов вблизи г.Севастополя и западнее приводит уже упомянутый Сусин [10]. В 1998 г. обвалился небольшой массив скалы на юго-восточном выступе горы Мангуп-кале (сообщение А.Г.Герцена). Приведенные сведения, несомненно, не исчерпывают подобных гравитационных явлений на ЮБК даже за 200 лет.

Обратимся к **древним обвалам** в районе. Уже первые исследователи Крыма К.Габлиц и П.С.Паллас в конце XVIII в. считали их следами известные каменные хаосы на ЮБК. Некоторые сведения об обвалах, по видимому, доисторического прошлого (они не были датированы) получены в довоенное время при рытье шурфов и бурении опасных оползней в их верхних, близких к Яйле частях. Так, в Батилимане, где береговые склоны во многих местах покрыты нагромождениями известняковых глыб и обломков, на высоте 60 м над ур.м. под по-

здними делювиальными отложениями двухметровой мощности вскрыта обвальная глыбовая (со щебнем и дресвой) масса мощностью 3.4 м, залегающая на глинистых сланцах. Ее возраст может измеряться несколькими тысячами лет.

На оползневом склоне Тессели и под горой Мачук наблюдаются навалы глыб и обломков известняков мощностью до 7 м. В шурфе на оползневом теле на высоте около 300 м над ур.м. обнаружены два глыбовых слоя, разделенных прослоем мусорных сланцев толщиной 0.6 м. Оба обвала возникли здесь до начала XX в. Крупный навал перекрывает верхнюю часть оползня на участке Черный Бугор (Мухолатка), который возник несомненно задолго до землетрясения 1927 г.

У Байдарских ворот обращенная к морю южная половина Хрустальной горы «срезана как ножом», и каменный развал, подобно рассыпавшейся крыше дома, лежит у подножья. В стенке обрыва видна щель, уходящая глубоко вниз. Это место было известно еще до землетрясения 1927 г., и имеются все основания считать его древним обвалом.

Таким образом, ясно, что внезапные обрушения горных масс на крутых склонах ЮБК —

явление широко распространенное и опасное. Связанные с землетрясениями обвалы и крупные камнепады могут возникать не только в зонах с интенсивностью 7—8 баллов, но также при 5 баллах и даже изредка при 4 баллах, хотя, конечно, в более скромных масштабах. Гравитационные нарушения склонов без (ощутимых) сотрясений возникают реже и более рассеяны в пространстве.

В настоящее время опасность обвалов, в отличие от оползневой, в Крыму явно недооценивается. При нынешней населенности горных и предгорных районов и плотности жизненных коммуникаций это чревато тяжелым ущербом. Известно, например, что при землетрясениях 1927 г. и в другие моменты местами заваливало дороги.

Для оценки реальной опасности на наиболее важных участках необходимы палеогеоморфологические исследования, позволяющие определить масштабы и временные интервалы обрушения масс на разных участках в прошлом, а также проводить постоянное слежение за поведением нависающих массивов и рассекающих их трещин. Весьма актуально также составление карты потенциальной опасности обвалов в Крыму. ■

## Литература

1. *Борисяк А.А.* О горных обвалах близ Алупки в Крыму // Памяти И.В.Мушкетова. СПб., 1905. С.195—221.
2. *Никонов А.А.* Бедствие в Крыму: свидетельства очевидцев о землетрясениях 26 июня и 12 сентября 1927 г. // Крымский альбом. Феодосия; М., 2003. С.82—111.
3. *Никонов А.А., Сергеев А.П.* // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 1996. №3. С.124—132.
4. *Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Горячун А.В.* Землетрясения Крымско-Черноморского региона. Киев, 1989.
5. *Иванов Б.Н., Дублянский В.Н., Домбровский О.И.* Басманские пещеры в Горном Крыму // Крымское государственное заповедно-охотничье хозяйство. Симферополь, 1963. С.21—32.
6. *Дублянский В.Н.* // Геоморфология. 1995. №1. С.38—45.
7. Катастрофа в деревне Демерджи на Южном берегу Крыма // Зап. Крымского горного клуба. Одесса, 1894. Вып.4. С.127—128.
8. *Кондараки В.Х.* Универсальное описание Крыма. Ч.4. СПб., 1875.
9. *Леваковский И.Ф.* // Журнал Мин-ва нар. просвещения. Т.133. №2. СПб., 1867. С.269—301.
10. *Сусин О.* Не обвиняйте природу // «Слава Севастополя» (газета). 5.VI.1998.

# Минералы в костях динозавров из урочища Калбак-Кыры

А.И.Кудрявцева, О.С.Черезова

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН  
Кызыл

Известным ранее находкам костей динозавров на территории России (в Поволжье, Приамурье, Забайкалье, на Чукотке, Сахалине, в Московской, Белгородской и Кемеровской областях) добавились новые — в Красноярском крае и в урочище Калбак-Кыры в Улугемской котловине Тувы.

Местонахождение Калбак-Кыры связано с горизонтом алевролитов салдамской свиты верхнеюрско-нижнемелового возраста. Вмещающие породы представлены зеленовато-серыми плотными тонкослоистыми мергелями и известняками мощностью 1–3 м. Из костеносного горизонта были извлечены многочисленные фоссилии:

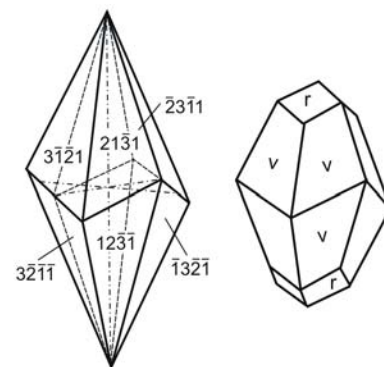
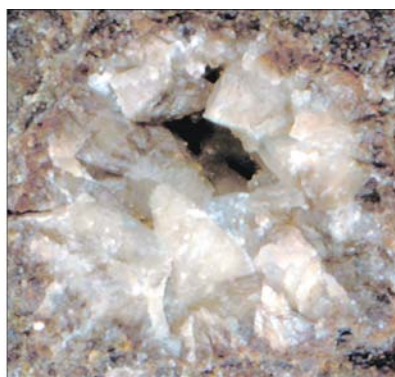
© Кудрявцева А.И.,  
Черезова О.С., 2004



Фоссилии динозавров из местонахождения Калбак-Кыры.

окаменевшие позвонки, фрагменты конечностей, ребер, лопаток, спинных отростков, шипов и др. [1]. Обломки размером 1–10 см (наиболее крупный из них — 15 см) имеют повышенную радиоактивность (от 40 до 100 мкР/час), обусловленную присутствием ура-

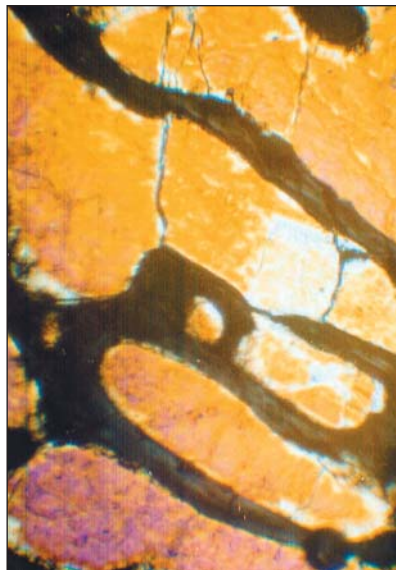
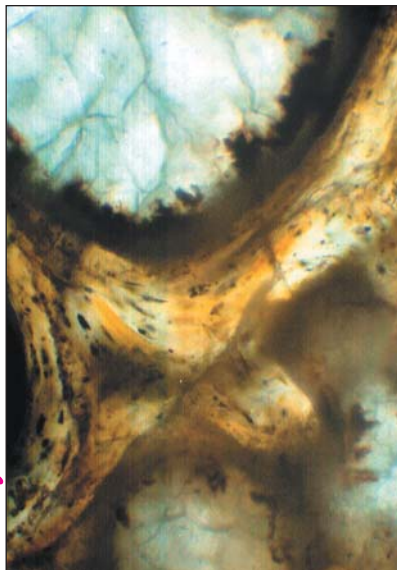
на (0.01–0.2 мас.%) и тория (до 0.03 мас.%). Радиография показала, что носители радиоактивности [2] находятся преимущественно в плотном буром метаколлагене (фосфате) периферийных частей фоссилий и реже — в кристаллическом франколите (разновидности



Друзовидное выполнение костных полостей динозавров кальцитом. Справа показаны геометрические рисунки тригонально-ромбоэдрического (левый) и дискаленоэдрического кристаллов.

Фото О.С.Черезовой





Метасоматическое замещение полости фоссилии железомарганцевым кальцитом (слева) и губчатой фоссилии — стронциевым баритом; стенки пор коллагена раскристаллизованы с образованием франколита. Увел. 28, николи скрещены.

Фото А.И.Кудрявцевой

карбонатфторапатита) стенок пор в центральных губчатых костных тканях.

Фоссилии местонахождения Калбак-Кыры, по определению Е.Н.Курочкина и В.Р.Алифанова, принадлежат к двум группам птицетазовых динозавров — гипсилофодонтам и стегозаврам [3]. Двунogie гипсилофодонты существовали в Австралии с поздней юры до конца мелового периода, в Европе — в раннем мелу, а в Африке и Азии — в юрское время. Стегозавры — четвероногие ящеры с двумя рядами продольно ориентированных спинных пластин и острыми хвостовыми шипами — обитали в поздней юре в Африке, в Северной Америке и Тур-

фанской впадине на северо-западе Китая.

Летом 2002 г. в Калбак-Кыры В.И.Кудрявцев нашел кусочек эпифиза конечности размером 7×3×2 см, костно-мозговая полость которого по стенкам выстлана друзовидным, прозрачным железомарганцевым кальцитом. Бурая поверхность кости частично покрыта тонкой корочкой голубовато-серого микрокристаллического доломита. Кристаллы кальцита размером от 0.3 до 2.5 мм нарастали на внутренней розовой слабо ожелезненной полости фоссилизированной кости, в центральной части которой среди вершин кристаллов сохранились незаполненные пустоты. Габитус

кристаллов кальцита несколько меняется на протяжении полости: преобладают дискаленоедрические и тригонально-ромбоэдрические кристаллы, усложненные ромбоэдрами второго и третьего порядков. Головки кристаллов оканчиваются тупыми ромбоэдрами. Встречаются также кристаллы остроромбоэдрические удлиненные, с округлыми искривленными ребрами. Грани таких кристаллов либо шероховатые, либо зеркальные, иногда их поверхности покрыты поперечной штриховкой или скульптурными формами. Обычны параллельные сростки уплощенных индивидов, на боковых удлиненных гранях наблюдаются природные фигуры растворения. По данным микрорентгеноспектрального количественного анализа, химическая формула кальцита может быть представлена в следующем виде:



В одной из полостей атомно-абсорбционным методом определены (в %): U — 0.06, Th — 0.002, Sr — 0.05.

В большинстве найденных фоссилий костно-мозговые полости и поры губчатых костей выполнены белым или прозрачным железомарганецсодержащим кальцитом или стронцийсодержащим баритом нескольких генераций: ранним (розовым), заполняющим полости, и более поздним (белым и прозрачным), образующимся на поверхностях фоссилий в виде агрегатных скоплений. Содержания стронция в баритах варьируют от 1.0 до 2.9 мас.%. На периферии пор и полостей встречаются сульфиды и окислы железа и меди, малахит, а также окислы марганца. ■

## Литература

1. Кудрявцев В.И., Забелин В.И., Попов В.А., Кудрявцева А.И. О находке в Туве костных фрагментов юрских позвоночных // Состояние и освоение природ. ресурсов Тувы и сопредел. регионов Центр. Азии. Геоэкология природной среды и общества. Кызыл, 2001. С.160—164.
2. Кудрявцева А.И., Кудрявцев В.И., Боровиков А.А. Минеральные ассоциации в фоссилиях динозавров местонахождения Калбак-Кыры (Тува) // Состояние и освоение природ. ресурсов Тувы и сопредел. регионов Центр. Азии. Геоэкология природной среды и общества. Кызыл, 2002. С.71—77.
3. Алифанов В.Р., Курочкин Е.Н., Забелин В.И., Кудрявцев В.И. Первые находки динозавров в Туве // Природа. 2002. №2. С.84—85.

# История океанографии на берегу реки Преголи

М.Ю.Зубрева

Журнал «Природа»  
Москва

**Ш**естое сентября 2003 г. Мы летим в Калининград на VII Международный конгресс по истории океанографии [1]. Всего полтора часа, и «Ту», разворачиваясь над морем и Балтийской косой, садится в столице самой западной области России. Прилетевшую группу — а среди нас старейший витязянин (так именуют участников рейсов легендарного научно-исследовательского судна «Витязь» [2]) морской геолог А.В.Живаго — встречает заместитель директора Музея Мирового океана В.Л.Стрюк. В музее и будет проходить высокое собрание.

По пути из аэропорта в Калининград проясняется подзабытая географическая деталь — до настоящего моря здесь недалеко. Город (до 1946 г. Кёнигсберг) расположен по берегам р.Преголи, при впадении ее в пресный залив, отгороженный косой. Но порт — самый настоящий, незамерзающий — связан с Балтийским морем 50-километровым глубоководным каналом, протянувшимся до г.Балтийска (бывший Пиллау).

Основанный в 1255 г. крестоносцами Тевтонского ордена, Кёнигсберг был для них опорным пунктом при завоевании земель древних пруссов. В XV—

XVI вв. город — резиденция прусских герцогов, а с 1701 г. входит в состав Королевства Пруссия. После взятия его в 1758 г. русскими войсками в период Семилетней войны стал центром русского генералгубернаторства Восточной Пруссии. Но недолго пребывавший на российском престоле Петр III — немецкий принц Карл Петр Ульрих и внук Петра I — возвращает эти земли Пруссии. С 1871 г. город — в составе Германии, живет главным образом торговлей и рыболовством, но процветает и промышленность. Разрушенный во время второй мировой войны более чем на 90%, Кёнигсберг вместе с прилегающими территориями (около 1/3 бывшей Восточной Пруссии) отошел по решению Потсдамской конференции 1945 г. к СССР. Назван именем М.И.Калинина в год его смерти. Мы, конечно, любопытствовали, что думают горожане о возможности ныне модного переименования (уж больно безлика фигура всесоюзного старосты), но интеллигентные молодые сотрудники музея, не задумываясь, сказали нам: «Нет, мы — калининградцы».

Самый знаменитый кёнигсбуржец — Иммануил Кант (1724—1804) — имеет непосредственное отношение к тематике нашего конгресса. Осно-

ватель философского критицизма, он был предан, согласно энциклопедическому словарю Брокгауза и Ефрона (СПб., 1895. Т.XIV), исключительно умственному труду. Поступив на богословский факультет Кёнигсбергского университета, с увлечением изучал светские науки, а впоследствии, став в нем преподавателем, читал кроме логики и метафизики курсы математики, физики, физической географии. В докладе «Иммануил Кант и море» профессор Р.Краузе из Института полярных и морских исследований (Бремерхафен, Германия) оценил вклад великого немецкого философа в естественную историю. Примечательно, что Кант, никогда не бывавший нигде, кроме Восточной Пруссии, создал четырехтомную физическую географию, пользуясь самыми авторитетными в то время источниками, например материалами кругосветного путешествия Дж.Кука. Это позволило ему достоверно описать моря и океаны. Силою воли и правильным образом жизни он достиг глубокой старости и скончался, не дожив трех месяцев до 80 лет. Он был похоронен в профессорском склепе у стены Кафедрального собора, построенного в XIV в. и являющего собой сложное сочетание романского и готического стилей. Могила



Новое здание Музея Мирового океана.



Директор Музея Мирового океана С.Г.Сивкова на трибуне конгресс-холла.

Фото М.Г.Ушаковой



Семнадцатиметровый скелет кашалота, установленный в одноименном павильоне.

Фото автора



Музейный флот, пришвартованный к набережной Петра Великого.



Башня Кафедрального собора, просматривающаяся за кронами деревьев.



Судно «Космонавт Виктор Пацаев».

Фото М.Г.Ушаковой



«Витязяне» М.Г.Ушакова и А.М.Городницкий (крайний справа), художник-маринист В.Михайловский (слева) и декан географического факультета КГУ В.В.Орленок.



А.В.Живаго на трибуне выставочного павильона.



Выставка «Морской Кёнигсберг», развернутая на «Витязе».

Фото автора

Канта — одна из основных достопримечательностей Калининграда. Ныне монументальное надгробие великого философа находится в портике с четырехгранными колоннами из розового порфира, возведенном в 1924 г. и чудом сохранившемся. В музейном комплексе Кафедрального собора, организованном его строителями с большим вкусом, невольно проникаешься духом кантовской эпохи. Сам собор, сильно пострадавший во время войны, до сих пор реконструируется.

Однако вернемся от Канта к Музею Мирового океана, на набережную Петра Великого. Здесь в сверкающем новизной, чистотой, красотой главном здании музея проходили пленарные заседания, «круглые столы» и специальные симпозиумы; стендовые доклады были размещены в павильоне «Кашалот», работа секций шла и в выставочном зале.

Обычно рассказ о музее начинаю с главного его экспоната — научно-исследовательского судна «Витязь», принадлежавшего Институту океанологии им. П. П. Ширшова РАН. В апреле 1979 г. корабль завершил в Калининграде свою последнюю, 65-ю экспедицию. За 30 лет он прошел 800 000 морских миль, его экипажами были сделаны выдающиеся открытия в разных районах Мирового океана. Одиннадцать лет велись споры о судьбе этого заслуженного судна. Но когда в 1990 г. было принято постановление о создании Музея Мирового океана Министерства культуры РСФСР, стало ясно, что «Витязь» должен стать его частью. После нескольких лет скитаний музеем отдали отремонтированное здание довоенной постройки на набережной Маршала Баграмяна, переименованной летом 1996 г., в год празднования 300-летия Российского флота, в набережную Петра Великого (царь свою первую заграничную «командировку» 1697—1698 гг. провел в Кёнигсберге).

«Витязь» ошвартовался рядом с этим зданием, у причала на р. Преголе. Постепенно собиралась уникальная коллекция экспонатов, рассказывающих о вкладе судна в изучение Мирового океана, о работе ученых на его борту, об открытиях мирового масштаба.

Первая экспозиция во внутренних помещениях была открыта в 1995 г. Ныне на судне-музее представлены история освоения океана с древнейших времен по настоящее время и удивительный мир самого океана во всем его многообразии. В раздел «Россия открывает океан» переданы уникальные предметы из Музея Арктики и Антарктики Морской арктической комплексной экспедиции.

14 июня 2000 г. у причала ошвартовалась дизель-электрическая подводная лодка Б-413 641-го проекта. В составе Северного и Балтийского флотов она несла боевое дежурство в Атлантическом океане, принимала участие в официальных визитах на Кубу и в Гвинею. На этой подлодке работает выставка «История российского подводного флота». Год спустя музейный флот пополнился научно-исследовательским судном Российского авиационно-космического агентства «Космонавт Виктор Пацаев»; здесь располагается не только мемориальный музей космонавта, но и экспозиция «История отечественной космонавтики».

В павильоне «Кашалот», открывшемся в 2001 г., представлен 17-метровый его скелет (история этой последней жертвы китобойной флотилии «Слава» достойна отдельного повествования). Размещенная здесь же выставка «Исполины океана» рассказывает о морских млекопитающих и о китобойном промысле.

Параллельно с пополнением коллекции музея было начато строительство его нового главного здания. Понадобились невероятные усилия, чтобы оно было готово к открытию кон-

гресса. Тут при благорасположении федерального, областного и городского начальства наилучшим образом проявил себя коллектив самого музея под началом его директора С. Г. Сивковой — хрупкой и решительной женщины, выпускницы географического факультета Калининградского госуниверситета. Кстати, к океанографии имеет отношение и губернатор области — адмирал флота В. Г. Егоров, который вместе с мэром Калининграда Ю. А. Савенко и мэром Светлогорска В. Л. Алексеевым был среди организаторов и участников конгресса. Глядя на калининградцев, вспоминаешь кем-то брошенную фразу об особой психологии первопроходцев — ведь нынешние жители заселили эту истерзанную войной землю не так давно. А конгресс состоялся именно в этом городе благодаря невероятной целеустремленности калининградцев (на место его проведения претендовал из российских городов также Санкт-Петербург). Новое главное здание музея было окончательно принято комиссией 8 сентября 2003 г., в день открытия конгресса.

...Корабельный колокол «Витязя» возвестил начало собрания. В пленарных докладах освещалась история российских исследований Мирового океана (С. С. Лаппо, директор Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН); эпохе «Витязя» в этих исследованиях было посвящено выступление выдающегося морского геолога А. П. Лисицына — участника первого научного рейса). С. Моркос, представлявший ЮНЕСКО и Университет Александрии (Египет), поведал о начальном периоде работы Средиземноморской комиссии. Об истории и основных результатах океанографических и геофизических исследований Северного Ледовитого океана во второй половине XX в. рассказывалось в докладе, представленном Министерством природных ресурсов (МНР) России и Всероссийским научно-иссле-



На главной площади г.Светлогорска.  
Фото Н.Ф.Мурзиной



Куршская коса.  
Участники конгресса в ловушке для птиц.



Береговая линия со смотровой площадки.



Вид на Балтийское море с высокой террасы.  
Светлогорск.



Защитные сооружения, препятствующие развеванию  
песка.



Место, где, как говорят, снимали «Белое солнце  
пустыни».

Фото автора

довательским институтом геологии и минеральных ресурсов Мирового океана РАН и МПР (Санкт-Петербург). Похоже, проведенные отечественными учеными работы позволяют увеличить российский континентальный шельф в Арктике на целых 1200 тыс. км<sup>2</sup>. Вот — интереснейшая тема для обсуждения в нашем журнале; мельком мы ее уже коснулись (см.: Кому достанутся сокровища шельфа? // Природа. 2003. №7. С.81).

Вообще говоря, поиски тем и авторов — главная задача корреспондента «Природы» на любой конференции. Но история океанографии почти так же обширна, как сам Мировой океан, и потому выбор здесь достаточно труден. И у организаторов конгресса была нелегкая задача: большой массив заранее представленных тезисов докладов (их 210) [3] нужно бы разделить по тематике и определить потенциальных выступающих. Из выделенных секций наиболее важными, с точки зрения характера конференции, были «Международное сотрудничество в исследовании Мирового океана», «Вклад военно-морского флота в изучение океана; холодная война и океанография» (на этой секции выступал А.М.Городницкий, и вот результат — публикуемая в этом номере статья). Но «выудить» автора можно было и на других секциях — «Специализированные исследования океана: национальные вклады», «Океанографическое образование», «История океанографии в музейных коллекциях и экспозициях», «Организаторы и деятели океанографической науки», «Освоение и изучение полярных областей океана», «Становление океанографии», «Морские организации, исследовательский флот».

Пожалуй, особенно интересной была секция «Освоение и изучение полярных областей океана», здесь приоритет наших исследований (особенно арктических) неоспорим. Порадовали, например, нестандартные

естественно-исторические изыскания представителей Европейского университета (Санкт-Петербург). Любопытную сводку о полярных станциях России—СССР и их роли в изучении арктических морей представили специалисты Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. На этой же секции прозвучало выступление Живаго «Структурная эволюция дна моря Скотия в палеоген-четвертичное время (Западная Антарктика)». С заманчивым предложением исследовать с помощью атомных подводных лодок моря-пещеры Антарктиды (те, что подо льдом шельфовых ледников) выступил известный гляциолог и полярник И.А.Зотиков из Института географии РАН.

Кроме секций на конгрессе работали специальные симпозиумы: «Морской Кёнигсберг» (об основном его докладе «Кант и море» я уже упоминала); «Начало систематических исследований океана: к 150-летию Брюссельской метеорологической конференции» (именно от этого события идет отсчет международного сотрудничества в исследованиях Мирового океана). Здесь большинство выступавших были из европейских стран (Германии, Великобритании, Нидерландов), а речь шла о стандартизации океанографических и метеорологических наблюдений во второй половине XIX в.

За этим «иностранным» симпозиумом следовал наш отечественный — «200 лет первой русской кругосветной экспедиции». О некоторых эпизодах этого плавания на шлюпах «Надежда» и «Нева» и о споре между И.Ф.Крузенштерном и Н.П.Резановым, каждый из которых претендовал на главное руководство экспедицией, не так давно рассказывалось на страницах «Природы» [4]. Недавно в Париже были обнаружены новые документы, а также неизвестные карты, относящиеся к этому плаванию.

Но теперь, видимо, пора сделать перерыв в освещении работы конгресса, тем более, что 10 сентября его участники погрузились в автобусы и отправились на экскурсию вдоль побережья Балтийского моря. Выданный нам путеводитель гласил: «Калининградская область — единственная в России курортная территория на Балтийском море, уголок Европы с мягким климатом, бело-золотистыми песчаными пляжами, фантастическими дюнами», и путеводитель нисколько не лукавит. Первая остановка — близ пос.Янтарный (бывший Пальмникен). Подходим к гигантскому карьеру: здесь, на крупнейшем в мире месторождении янтаря — окаменелой смолы хвойных деревьев палеогенового возраста — добывают этот солнечный камень. «Берега» огромной округлой чаши месторождения покрыты зарослями сибирской облепихи, сплошь в ягодах, тоже напоминающих янтарь (цветовой спектр — от светло-желтого до оранжево-красного).

Далее — Светлогорск (бывший Раушен). Как курорт он известен с 1913 г. Нынче в нем отдыхает около 500 тыс. человек в год. Судя по внешнему виду этого красивого зеленого города, уровень вполне европейский: чего здесь только нет — и для спорта, и для лечения, и для развлечения. В прогулке нас сопровождает сам мэр Светлогорска В.Л.Алексеев. Наконец, выходим на высокую террасу, откуда открывается вид на море, всегда радующий сердце.

Теперь наш путь лежит на Куршскую косу. Это — жемчужина взморья с уникальными ландшафтами и растениями, занесенными в Красную книгу. Несколькими тысячами лет назад ветры и течения образовали эту тонкую, в несколько сотен метров, песчаную ленту длиной почти 100 км, разделившую соленые балтийские и пресные воды Куршского залива. Через сосновый лес (под ногами полно гри-

бов) нас ведут на орнитологическую станцию Зоологического института РАН. Сначала все мы оказываемся в гигантской, постепенно сужающейся, сетке-ловушке для птиц, а потом, словно на представление, попадаем на кольцевание малюсенькой москвки. Проезжаем еще несколько километров и совершаем восхождение на смотровые площадки, устроенные на величественных дюнах. Удивительное зрелище — на горизонте вода, а кругом белый песок. Говорят, что именно здесь снимали какую-то часть знаменитого фильма «Белое солнце пустыни». Кое-где на дюны, постоянно меняющие очертания, наброшены защитные сооружения из ветвей, препятствующие развеванию песков.

Но экскурсия движется к завершению — мы возвращаемся в Калининград.

...Конгресс продолжается. Огорчительно, что присутствовать на всех заседаниях сразу нет никакой возможности, так как они проходят одновременно в разных помещениях (как у Маяковского: «до пояса здесь — остальное там»). Однако на стендовые доклады в павильоне «Кашалот» я все же выбралась. Их тематика была обширной — от «Ответов на бутылоч-

ные записки» до «Сведений об исследовании Мирового океана во Всемирной паутине». Великолепными иллюстрациями сопровождались стендовые доклады бельгийских и французских исследователей, посвященные укреплению берегов моря; а также специалистов из Санкт-Петербурга, описавших находки подводных археологов в северо-западном районе России. Здесь, как, впрочем, на пленарных и секционных заседаниях, было много авторов «Природы» — старых и, надеюсь, новых.

Два последних дня оказались столь же насыщены, как и первые. Так, 11 сентября в конгресс-холле состоялись доклады о выдающихся деятелях океанографической науки (в основном российских), потом — о вкладе военно-морского флота в исследования океана и неблагоприятном влиянии на этот процесс холодной войны (здесь все больше выступали иностранцы). А после перерыва — круглый стол «Легенды океанографии» (имеются в виду живые легенды). На трибуне жмут друг другу руки старейшины — некогда главный гидрограф Великобритании адмирал С.Ричи (участник всех семи международных конференций по истории океанографии) и наш за-

служенный морской геолог А.В.Живого. Вечером А.М.Городницкий пел присутствующим на конгрессе свои морские песни и читал стихи. Для большинства русскоязычных песни давно знакомые и близкие, поэтому барду, как обычно, вторил хор. Пожалуй, довольны остались и иностранцы, поскольку автор предварял некоторые из них собственным переводом.

Последний мой рабочий день тоже был успешным. Удалось договориться с несколькими потенциальными авторами, например с Р.Чарлиером из Свободного университета Брюсселя. Других не называю, боюсь «сглазить». Под конец вспоминаю, что не смогла побывать в научных учреждениях самого Калининграда, связанных с океанологией. А их тут немало, взять хотя бы Атлантическое отделение Института океанологии им.П.П.Ширшова РАН и Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Калининградский госуниверситет. Видимо, стоит еще раз побывать в Калининграде. Ведь всего полтора часа полета, и мы — в столице самой западной области России, что между Литвой и Польшей, и никаких тебе виз и загранпаспортов. ■

## Литература

1. Короткевич Г.В. VII Международный конгресс по истории океанографии // Природа. 2003. №11. С.85.
2. Аксенов А.А. Эпоха «Витязя» // Природа. 1996. №7. С.18—25.
3. History of Oceanography: Abstracts of the VII International congress on the History of Oceanography / V.L.Stryuk. Kaliningrad, 2003.
4. Свердлов Л.М. «...Вам вверено главное руководство сей экспедиции» // Природа. 2003. №10. С.59—66.



# Под парусами «Крузенштерна»

А.М.Городницкий

Фото Ю.Л.Масляева

Первое судно для моряка — как первая любовь. Прошло 42 года с того вьюжного декабрьского дня 1961 г., когда я, тогда еще совершенно сухопутный человек, впервые поднялся на палубу парусника «Крузенштерн», стоявшего у пирса в Балтийске. До сих пор вспоминаю об этом с замиранием сердца. За миновавшие годы мне довелось обойти все океаны и многие моря на самых разных военных и гражданских судах, много раз высаживаться на арктические, тропические и антарктические острова, купаться во всех океанах, включая Северный Ледовитый, неоднократно погружаться на океанское дно в подводных обитаемых аппаратах. Однако воспоминания о первых походах в штормовую Атлантику на «Крузенштерне», в ту пору судне Главного гидрографического управления ВМФ, вызывают у меня острое чувство ностальгии, тоски по собственной молодости и нашим славным морским командирам, большинство из которых ушло в бессрочное плавание в пятый океан.

В полугодовую научную экспедицию отправлялись два больших парусника — барка. Оба относились к классу так называемых винджаммеров — выжимателей ветра, оба были построены в Германии. Четырехмачтовый «Седов» (первое имя «Магдалена Виннен») вступил в строй в 1921 г., а «Крузенштерн» («Падуя») — в 1926 г. Пришедшие на смену клиперам чайной эпохи барки предназначались для перевозки селитры и других малопривлекательных грузов на южноамериканских линиях. Внешне схожие, они имели собственную неповторимую судьбу. Место рождения «Падуи» — верфь «Йоган К.Текленбург» в Геестемюнде (Германия). Первый хозяин — судоходная компания Фердинанда Йоганна Лайеша, которой принадлежало большинство лучших



*Александр Моисеевич Городницкий, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий лабораторией геомагнитных исследований океана Института океанологии им.П.П.Ширшова РАН. Специалист в области магнитной разведки и палеомагнетизма, участник многочисленных экспедиций в различные районы Мирового океана. Поэт, один из основателей жанра бардовской песни.*

быстроходных парусников XIX — начала XX вв. — 56 судов. По установившейся традиции, названия многих из них начинались с буквы «П»: «Пончо», «Пират», «Падуя» и т.д. Каждое несло голубой отличительный вымпел, на котором красовались инициалы судовладельца «FL», при желании их можно было принять за начальные буквы английского слова «flying», входящего в титул «Flying Pi Line», т.е. «Летающая Пи Линия», присвоенный компании. Приступая к постройке «Падуи», проектировщики задумали, а строители позднее реализовали некоторые усовершенствования в обслуживании парусов, благодаря которым удалось облегчить работу с ними и сократить численность экипажа. Так, на «Падуе» было в четыре раза меньше людей, чем на чайном клипере, жалование же назначено выше обычного, поэтому удалось укомплектовать команду полностью, да еще лучшими специалистами. Это стало одним из факторов, позволивших продлить жизнь парусу в селитровый период, когда интерес промышленности к этому сырью для производства азотных удобрений и взрывчатых веществ был стабилен. Однако по мере развития производства спрос на чилийскую селитру в Европе упал и ее перевозка на «нитрат-

ных клиперах» уже не приносила прибыли.

Новый судовладелец и капитан «Падуи» Густав Эрикссон, по прозвищу Собиратель Парусов, решил освоить новые маршруты — ходить в Австралию для перевозки пшеницы. Судно совершило несколько рейсов, причем с рекордными результатами. Например, из Англии (от момента выхода из Английского канала) до австралийского Порт-Линкольна один из них завершился за 67 сут, в то время как в среднем эту трассу преодолевали за 88 сут, а рекордное время, которое показало судно «Фермопилы», — 60 сут. Из Англии (отсчет от того же Английского канала) до чилийского порта Талькауано рейс длился 87 сут (при средней норме 82). Нередко «Падуя» брала на борт 40—50 молодых моряков для обучения. Привычная для судна служба оборвалась с началом второй мировой войны. Паруснику нечего было делать на ее опасных дорогах, поэтому «Падуя» использовали как транспортное судно в прибрежных перевозках.

С окончанием войны в соответствии с постановлением Потсдамской конференции «Падуя» в составе группы судов (куда входил и будущий «Седов») была передана Советскому Союзу, где получила новое



Геофизическая группа Научно-исследовательского института геологии Арктики на палубе «Круzenshtерна». Северная Атлантика. Январь 1962 г. Слева направо: С.Н.Земсков, Г.Н.Курицын, Н.Н.Трубятчинский, С.Г.Череменикий, Э.М.Литвинов, А.М.Городницкий.

Здесь и далее фото из архива А.М.Городницкого

имя — «Круzenshtерн» — в честь русского мореплавателя, выпускника Морского кадетского корпуса, почетного члена Петербургской академии наук, адмирала Ивана Федоровича Круzenshtерна (1770—1846). Судно несколько лет простояло без движения у неевского причала на набережной Красного Флота (теперь Английская набережная). Хорошо его помню, поскольку в конце 40-х годов, когда я заканчивал школу, жил с родителями в коммунальной квартире на пятом этаже огромного дома на Мойке, и из нашего окна были видны верхушки мачт «Круzenshtерна», торчавшие над крышами домов. Глядя на эти мачты, я, худосочный блокадный мальчишка, тогда и мечтать не мог, что на этом паруснике



Группа научных сотрудников на палубе «Круzenshtерна». Северная Атлантика. Февраль 1962 г. Слева направо: В.Г.Лосев, Э.М.Литвинов, С.Н.Земсков, Н.Н.Трубятчинский, С.Г.Череменикий, А.И.Сорокин, А.М.Городницкий, Г.Н.Курицын.

мне посчастливится пережить шторм в «ревущих сороковых» у берегов Канады, проходить меж Геркулесовых Столбов, бросать якорь на рейде таинственного пиратского острова Ямайка.

Судно было тогда полностью непригодным для плавания, и необходимость его восстановления вызывала у многих серьезные сомнения. Только благодаря самоотверженным усилиям командира в/ч 42842 капитана 1-го ранга Петра Сергеевича Митрофанова, первого командира судна капитана 1-го ранга Павла Васильевича Власова и удивительного энтузиаста парусного дела капитана 3-го ранга Владимира Тимофеевича Роева удалось восстановить заброшенный барк и подготовить в кронштадтских учебных классах парусную команду. В 1959—1961 гг. был проведен капитальный ремонт и поставлено новое оборудование. С этого времени «Крузенштерн» стал уже не парусным, а парусно-моторным судном, поскольку у него появилась вспомогательная двухвальная силовая установка, в отличие от одновальной на «Седове», командиром которого стал капитан 2-го ранга Н.А.Нечаев. Руководителем военной океанографической экспедиции был назначен Митрофанов. К ней была прикомандирована Научная геофизическая группа, в которую вошли сотрудники Научно-исследовательского института геологии Арктики Э.М.Литвинов, С.Г.Череменинский, С.Н.Земсков, Л.Н.Подгорных, Г.Н.Курицын и автор этих строк) Руководил нами бывший подполковник морской службы Николай Николаевич Трубятчинский.

В задачи группы входило опробование методов разведочной геофизики, применявшихся на суше, для изучения водной толщи и дна океана. Эта далеко не стандартная идея была предложена руководителем отдела геофизики нашего института Раисой Михайловной Деменицкой, женщиной весьма реши-



Первая выгрузка за корму гондолы с магнитометром для проведения магнитной съемки. Северная Атлантика. 1962 г.



Парусники «Крузенштерн» и «Седов» у причала в Гибралтаре. 1963 г.

тельной и одаренной. Именно благодаря ей мы и оказались на борту военного океанографического судна.

В рейсах (1962, 1963 и 1964—1965) отряд военных гидрографов в/ч 42842 (А.И.Рассохо, А.Г.Евланов, М.М.Казанский, П.С.Митрофанов, А.Н.Бачковский, М.А.Кузьмин, Б.И.Бу-

ковский, Е.В.Квартальнов) совместно с сотрудниками Атлантического отделения Института океанологии им. П.П.Ширшова РАН проводил плановые океанологические исследования в Северной Атлантике, включающие стандартные гидрологические работы на дрейфовых станциях и изучение вертикальной струк-



туры течений с помощью вертушек, установленных на буйковых станциях.

Постоянную помощь в проведении экспериментальных геофизических работ на «Крузенштерне» нашей группе оказывали его командир Власов, старший помощник В.К.Шишин, второй помощник Роев и старший механик Е.И.Маклаков.

Район исследований охватывал полосу от 25° до 55° с.ш. и Карибское море. В рейсе 1962 г. вместе с «Крузенштерном» в работах принимал участие уже упомянутый «Седов», также принадлежавший тогда военному ведомству, а в 1963 г. — гидрографические суда «Полюс» и «Створ». Средняя продолжительность каждого из трех рейсов составляла около 4 мес.

Предстояло изучить возможность применения каротажа, метода геофизических исследований, которым обычно пользовались на суше при исследовании буровых скважин, для комплексного измерения основных океанологических параметров, а также опытной геомагнитной

съемки с буксируемым магнитометром.

Для зондирования водной толщи использовалась серийная каротажная станция АЭКС-1500 (длина кабеля — 1700 м), смонтированная на автомашине ЗИЛ-150. Она позволяла одновременно измерять температуру, удельное электрическое сопротивление водной толщи, а также потенциал естественного электрического поля. Автоматическая регистрация этих параметров осуществлялась на электронном компенсаторе ПАСК-3. Удельное сопротивление пересчитывалось по специальной формуле в значения солёности. Для контроля на дрейфовых станциях проводились стандартные измерения температуры и солёности водной толщи с помощью ртутных опрокидывающихся термометров и батометров.

Сопоставление результатов показало очевидные преимущества новой технологии. Каротажная аппаратура позволила более точно локализовать слой температурного скачка и скачка

солёности, а также их вариации во времени и показала более высокую разрешающую способность в измерении океанологических параметров.

На основе каротажа впервые в мировой практике было определено вертикальное распределение потенциала электрического поля в водной толще океана. (Этот метод был запатентован в 1967 г.). Измерения проводились путем непрерывного зондирования водной толщи океана с борта судна на буйковых и дрейфовых станциях. В качестве датчиков использовались хлорсвинцовые неполяризуемые электроды в керамическом футляре, обеспечивающие точность измерений 0.5 мВ. Применялись две модификации измерения потенциала: в первом случае установка включала два электрода — зафиксированный у поверхности воды и уходящий на глубину, а во втором — при постоянной вертикальной базе между электродами на глубине от 1 до 10 м. Для исключения искажающего влияния корпуса судна верхний

День Военно-Морского Флота на «Крузенштерне». Северная Атлантика. 1963 г.



Соревнования по перетягиванию каната на «Крузенштерне». Северная Атлантика. 1963 г.



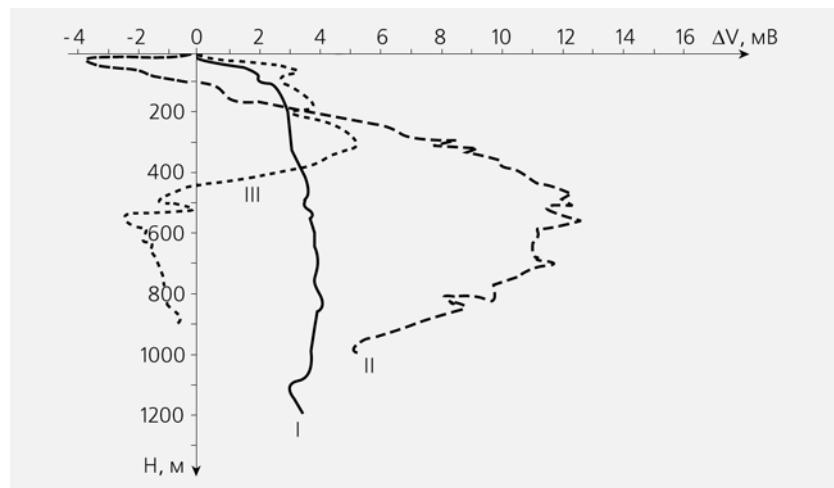
электрод удалялся от борта на 40—50 м. Максимальная глубина измерений, зависящая от длины кабеля, составила 1700 м. Глубина погружения датчика определялась с помощью каротажных манометров, обеспечивающих автономную запись с точностью 0.5%. Общая протяженность измерений составила более 1500 погонных километров.

Эти исследования выявили неоднородность структуры электрического поля в водной толще океана в различных регионах. В Саргассовом море разность потенциалов в верхнем 200-метровом слое увеличивается на 4—6 мВ, а глубже меняется незначительно. Этот тип распределения, как установили последующие измерения, оказался характерным для центральной части Северной Атлантики, моря Лаптевых и Средиземного моря. Иная картина наблюдается на периферии Гольфстрима. Здесь разность потенциалов, связанная, как показал сравнительный анализ, с глубинной структурой поля течений, в верхнем слое (мощность

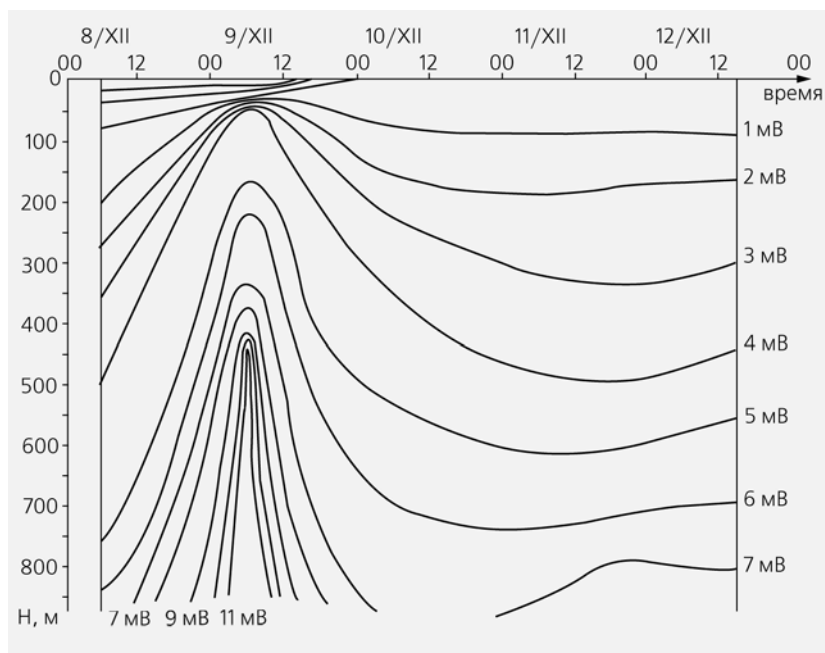
около 500 м) достигает величины 12—20 мВ. Глубже, до 1000 м, происходит плавное понижение потенциала на 10—15 мВ. В Западной Атлантике в верхнем 200—300-метровом слое разность потенциалов меняет знак и колеблется в пределах 3—5 мВ, а глубже варьирует незначительно. В декабре 1964 г. с помо-

щью многократных зондирований в течение 6 сут, через каждые 2 ч, на одной из дрейфовых станций в Северной Атлантике были также впервые выявлены интенсивные временные вариации вертикальной структуры электрического поля водной толщи океана. Установлено, что мощность водного слоя, в котором потенциал возрастает с глубиной от 1 до 10 мВ, в течение нескольких часов увеличивается от 350 до 450 м. При этом возмущения электрического поля не сопровождаются вариациями температуры и солености. Проведенная интерпретация полученных результатов показала, что главную роль в вертикальном распределении потенциала электрического поля в Атлантике играет магнитогидродинамический эффект. Годом позднее (1966) в Черном море нами на основе той же аппаратуры и методики был впервые открыт биоэлектрический эффект в водной толще — интенсивные аномалии, создаваемые скоплениями фитопланктона.

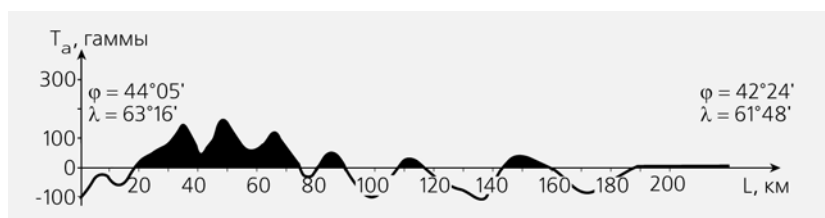
В рейсах 1961—1965 гг. с борта «Крузенштерна» в Северной Атлантике были успешно проведены первые опытные геомагнитные измерения с буксируемым магнитометром, положившие начало систематиче-



Кривые вертикального распределения потенциала электрического поля в водной толще Атлантического океана. I — северо-восточная часть Северной Атлантики, II — район Гольфстрима, III — Саргассово море.



Кривые суточных вариаций потенциала естественного электрического поля (числа у изолиний, мВ) в водной толще на одной из дрейфовых станций в Северной Атлантике.



Один из первых профилей магнитной съемки с буксируемым магнитометром, полученный с борта «Крузенштерна». На графике — напряженность магнитного поля, зачернены положительные значения.

ским магнитным съемкам в океане с обычных судов. До этого такие единичные исследования проводились только с помощью специальных немагнитных кораблей — «Карнеги» (США), «Зари» (СССР). Для опытных измерений на «Крузенштерне» использовался серийный феррозондовый аэромагнитометр АММ-13, датчик которого буксировали за кормой судна в специальной стеклопластиковой гондоле на немагнитном кабеле. Для остойчивости при буксировке гондола была снабжена вертикальным стабилизатором

из текстолита высотой 0,5 м и хвостовым оперением, а также рулями глубины из дюраля (общий вес около 40 кг). Чтобы исключить искажающее влияние магнитного корпуса судна, датчик буксировался на расстоянии около 110 м. Средняя скорость судна при измерениях составляла от 10 до 15 узлов. Непрерывная регистрация приращения напряженности аномального магнитного поля осуществлялась на самописце при цене деления 10 гамм/мм.

На базе этой аппаратуры и методики в 1962—1964 гг. бы-

ли выполнены пробные измерения на участке материкового склона Канады, по трассе Касабланка — о.Мадейра, по широтным профилям через Северо-Атлантический срединный хребет по 30°с.ш. и между 41° и 44°с.ш. Кроме того, были проведены детальные полигонные съемки над подводными горами Ампер, Эрвинг и Йер, а также открыта новая подводная гора, получившая название Крузенштерн. По полученным данным, впервые было выполнено магнитное моделирование подводных гор, давшее начало их палеомагнитному изучению.

Кроме того, в тех же рейсах на парусниках «Крузенштерн» и «Седов» в 1963 г. впервые было проведено опытное дипольное электропрофилеирование в океане для изучения рельефа и строения океанического дна.

Таким образом, в 1962—1965 гг. на военном паруснике «Крузенштерн» были разработаны и успешно внедрены оригинальные аппаратно-методические комплексы, открывшие новые направления в науке об океане. Дальнейшее изучение вертикальной структуры электрического поля водной толщи оказалось перспективным для решения широкого круга фундаментальных и прикладных задач. Не меньшую роль сыграло в последующие годы и систематическое изучение аномального магнитного поля океанов, ставшее базой для одного из величайших научных открытий минувшего века — создания теории тектоники литосферных плит.

Полученные на борту «Крузенштерна» научные результаты легли в основу многочисленных статей и монографий, а также ряда диссертаций. Некоторые участники этих работ, такие, например, как Трубятчинский и Литвинов, стали впоследствии известными учеными, внесшими немалый вклад в развитие отечественной геофизики и океанологии.

В 1966 г. барк «Крузенштерн» был передан Министерству рыб-

ного хозяйства и начался третий этап его долгой жизни. Долгой, потому что его железный корпус, как утверждают, обшит пробковым деревом и практически не поддается коррозии, съедающей корабли. Меняется только рангоут, а судно, пережившее на многие годы свои былые экипажи, снова готово к выходу в океан. В 1968—1971 гг. на «Крузенштерн» поставили новое оборудование и спутниковую навигацию и он стал учебным.

С 1974 г. этот барк становится неизменным участником всех всемирных слетов парусников, получив в регате того года главный приз. В 1976 г. под командой капитана И.Г.Шнейдера судно заняло второе место в парусной гонке по маршруту Плимут—Санта-Крус-де-Тенерифе—Бермуды—Нью-Порт и участвовало в Нью-Йорке в морском параде в честь 200-летия США.

После очередного переоборудования и ремонта в 1981—1984 гг. «Крузенштерн» под командой капитана Г.В.Коломенского участвовал в океанской гонке из Канады в Ливерпуль и, несмотря на жестокий шторм, занял первое место. Два года спустя этот рекорд был повторен. С января 1991 г. заслуженный парусник стал учебным судном Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота в Калининграде. Уже в 1992 г. в трансатлантической гонке Канада—Ливерпуль, на регате, посвященной 500-летию открытия Америки, под командой того же Коломенского при попутном ветре развил скорость более 17 узлов и снова стал победителем. В октябре 1995 г. парусник вышел из Калининграда в кругосветное плавание, посвященное 300-летию Российского флота, которое он

успешно завершил в Санкт-Петербурге в августе 1996 г. За время этого трудного похода «Крузенштерн», на борту которого находилось 236 курсантов гражданских и военно-морских училищ и 26 юнг, практикантов Молодежной морской лиги, под командой молодого капитана О.К.Седова выдержал два жесточайших шторма, обогнул мыс Горн, посетил порты пяти континентов. Мне довелось участвовать в торжественной встрече парусника из кругосветного плавания и выступать перед молодым экипажем. Летом 2000 г. в трансатлантической гонке парусников «Миллениум», посвященной началу 3-го тысячелетия, российский парусник снова получил главный приз регаты, заняв первое место. Я побывал на его борту в 1998 г. в Лиссабоне и в 2000 г. в Бремерхафене.

\* \* \*

Что же касается истории научных исследований на этом заслуженном паруснике под флагом военной гидрографии в 1961—1965 гг., то она оказалась незаслуженно забытой. На запросы из Музея Мирового океана (Калининград) в военные ведомства по поводу научной деятельности «Крузенштерна» в те годы был получен ответ: «...пока какие-либо материалы по этому вопросу не обнаружены». Моя статья призвана хотя бы частично исправить явную несправедливость, наносящую урон приоритету российской морской науки. Это важно прежде всего по отношению к тем морякам и ученым, которые уже ушли из жизни, — Р.М.Деменицкой, Н.Н.Трубятчинскому, П.С.Митрофанову, П.В.Власову, М.М.Казанскому, Е.В.Квартальнову, А.Г.Евланову, Б.Г.Буковско-

му, Э.М.Литвинову, С.Г.Череменинскому, В.К.Шишину и др.

Еще в 1962 г., в своем первом походе на борту славного парусника, я написал посвященную ему песню «Паруса “Крузенштерна”», благодаря которой стал постоянным почетным членом экипажа этого замечательного судна, и очень дорожу этим званием.

Желая постоянно обновляющимся и неизменно молодеющим экипажам нестареющего барка новых счастливых плаваний, я хочу напомнить им предостерегающие слова старого римлянина: «Если судно никуда не плывет, — ни один ветер ему не попутный».

#### ПАРУСА «КРУЗЕНШТЕРНА»

Расправлены вымпелы гордо.  
Не жди меня скоро, жена, —  
Опять закипает у борта  
Крутого посла волна.  
Под северным солнцем  
неверным,  
Под южных небес синевою,  
Всегда паруса «Крузенштерна»  
Шумят над моей головой.

И дома порою ночью,  
Лишь только раскрою окно,  
Опять на ветру надо мною  
Тугое поет полотно.  
И тесны домашние стены,  
И душен домашний покой,  
Когда паруса «Крузенштерна»  
Шумят над моей головой.

Пусть чаек слепящие вспышки  
Горят надо мной в вышине,  
Мальчишки, мальчишки,  
мальчишки  
Пусть вечно завидуют мне.  
И старость отступит, наверно, —  
Не властна она надо мной,  
Когда паруса «Крузенштерна»  
Шумят над моей головой.

*Северная Атлантика. 1962 ■*



# «За СССР выявляется лик истрадавшей России»

## Письма В.И.Вернадского детям

Слова, вынесенные в заголовок, кажутся написанными вчера, между тем им почти 80 лет и принадлежат они выдающемуся ученому, академику Владимиру Ивановичу Вернадскому (1863–1945). Как и миллионы его современников, он был принужден революцией и эпохой испытать все ужасы политического беженства и необходимость делать нравственный и политический выбор – возвращаться в Советскую Россию или стать эмигрантом. Этот вопрос особенно зримо встал перед ученым во время его пребывания во Франции в 1922–1925 гг., когда была продумана, записана и частично опубликована основная часть работ, заложивших фундамент «биосферного» видения мира<sup>1</sup> и современного экологического мышления.

Природа мыслительного процесса удивительно непредсказуема, и история науки знает немало примеров, когда, казалось бы, самые мучительные социальные условия стимулировали создание выдающихся научных произведений. Из какого сора вырастает новая концепция или открытие, нередко помогают понять совсем не научные документы – дневники, эпистолярный, рисунки ученого.

Большая часть архивного наследия Вернадского находится в Москве (Архив РАН и Государственный архив Российской Федерации); ряд материалов остался на Украине (Институт рукописей Центральной научной библиотеки им.В.И.Вернадского Национальной академии наук Украины); наконец, обширное собрание документов Вернадского осело в США, в составе личного фонда его сына Г.В.Вернадского в Бахметевском архиве русской и восточноевропейской истории и культуры Колумбийского университета в Нью-Йорке.

Разбросанные по городам и весям, архивы Вернадского совокупно образуют единое документальное пространство, которое позволяет по-настоящему, шаг за шагом проследить направление поисков ученого – от момента интуитивного зарождения идей до нахождения их окончательных формулировок.

Широкий круг проблем, волновавших Вернадского в середине 20-х годов, – научных, исторических, политических, религиозных и т.д., объединенных задачей самоидентификации личности в условиях крушения старых ценностных ориентиров, – только намечен в недавно опубликованных дневниках Вернадского за 1921–1925 гг.<sup>2</sup>, но зато детально отражен в его переписке французского периода с детьми, жившими в это время в Чехословакии. В отличие от отца дети Вернадского – сын, известный историк Георгий Владимирович Вернадский (1887–1978)<sup>3</sup>, и дочь, врач-психиатр Нина Владимировна Толль (1898–1986)<sup>4</sup>, так никогда и не приняли революционных изменений в России и остались в эмиграции: несколько лет жили в Чехословакии, а затем в США, где провели всю оставшуюся жизнь. Фактически еженедельные письма ученого детям представляют собой параллельные дневники и дают богатейшую информацию как обо всех сторонах его жизни и творчества во французский период, так и об эволюции его научного мировоззрения и политических взглядов в послеоктябрьскую эпоху в целом<sup>5</sup>.

В журнальной публикации невозможно полноценно прокомментировать содержательное и фактологическое богатство писем. Здесь отмечу только то, что главная тема переписки – БОЛЬШАЯ ИСТОРИЯ, проецируемая как на постреволюционные события в России, так и на личную судьбу корреспондентов. Письма наглядно показывают, как после 1917 г. и гражданской войны разошлись подходы «отцов и детей» русского либерализма к оценке прошлого и будущего пути России. Если для Вернадского-старшего история человечества – это прежде всего история идей и идейной борьбы, значение и смысл которых определяются в конечном итоге выявлением личностного начала в культуре, то Вернадский-младший, один из идеологов евразийства, смотрел на историю существенно иначе, сквозь православно-конфес-

сиональную рамку. «Пусть другие занимаются сладенькой интернациональщиной, восторгаются достижениями чужими, — писал он в 1925 г. — Нам нужно свое». Не случайно первая евразийская статья Г.В.Вернадского, которая детально обсуждается его отцом в публикуемом письме от 9 июня 1923 г., — «Соединение церквей» в исторической действительности», — посвящена необходимости защиты православных духовных ценностей от латинства. Однако в отличие от многих других семей российской интеллигенции, изнутри расколотых мировоззренческими конфликтами, «иное» не развело Вернадских. В пространстве независимого мышления всегда находится место иному взгляду.

Публикуемые здесь письма Вернадского издаются впервые<sup>6</sup>. В них полностью сохранены авторские стилистические особенности, в том числе инверсии и недописанные выражения. Работа с материалами семьи Вернадских в США стала возможна благодаря гранту Программы Фулбрайт (США).

© Публикация и примечания кандидата исторических наук  
Сорокиной М.Ю., 2004

<sup>1</sup> Подробнее об этом периоде жизни Вернадского см.: *Аксенов Г.П.* Вернадский. М., 2000; *Колчинский Э.И., Козулина А.В.* Время выбора: почему В.И.Вернадский вернулся в Советскую Россию? // *Вопр. истории естествознания и техники.* 1998. №3. С.3—25; *Сорокина М.Ю.* «Аймек Гуарузим» — Fondation Rozenthal // *Евреи России — иммигранты Франции.* М.; Париж; Иерусалим, 2000. С.35—68; *Сорокина М.Ю.* Вернадский в Париже, или О чем академик говорил с Анри Бергсоном // В.И.Вернадский и современность: Материалы торжеств, заседания, посвящ. 140-летию со дня рождения акад. В.И.Вернадского (1863—1945). М., 2003. С.211—220; *Юшкевич А.П., Янишина Ф.Т.* В.И.Вернадский и ученые Франции // *Вопр. истории естествознания и техники.* 1991. №2. С.80—91 и др.

<sup>2</sup> Вернадский В.И. Дневники: март 1921 — август 1925 / Сост. В.П.Волков. М., 1998.

<sup>3</sup> О его судьбе см.: *Вандалковская М.Г.* Историческая наука российской эмиграции: «евразийский соблазн». М., 1998; *Козляков В.Н.* «Это только персонификация не нашего понимания исторического процесса...»: (Георгий Владимирович Вернадский (1887—1973) и его «Очерки по русской историографии») // *Георгий Вернадский. Рус. историография.* М., 1998. С.5—26; *Он же.* Обзор коллекции документов Г.В.Вернадского в Бахметевском архиве Библиотеки Колумбийского университета в Нью-Йорке // Там же. С.395—444; *Сорокина М.Ю.* Георгий Вернадский в поисках «русской идеи» // *Рос. науч. эмиграция: двадцать портретов.* М., 2001. С.330—347; «Очень горько мне...»: Письма Георгия Вернадского / Публ. М.Сорокиной // *Источник.* 1999. №1. С.45—56; *Балховитинов Н.Н.* Жизнь и деятельность Г.В.Вернадского (1887—1973) и его архив // *Slavic Research Center Occasional Papers.* №82. Sapporo, Slavic Research Center Hokkaido University, 2002 и др.

<sup>4</sup> В годы гражданской войны жила с родителями на Украине. С 1922 г. в Чехословакии, окончила медицинский факультет Пражского Карлова университета. В 1926 г. вышла замуж за археолога Н.П.Толля. В 1939 г. они переехали в США, где в 1940—1953 гг. работала в психиатрической клинике под Бостоном.

<sup>5</sup> Часть переписки Вернадских опубликована. См.: [Письма сыну] // *Родина.* 1990. №7. С.84—86; Письма сыну и дочери / Публ. подг. Д.Холлоуэй, В.Я.Френкель, И.И.Мочалов // *Вестн. РАН.* 1990. №12. С.123—133; «Я сделал все, что мог...» / Публ. И.И.Мочалова, В.Я.Френкеля и Д.Холлоуэя // *Вопр. истории естествознания и техники.* 1994. №1. С.105—113; «Я смотрю в будущее по-прежнему оптимистично...» / Публ. И.И.Мочалова, В.Я.Френкеля и Д.Холлоуэя // *Вопр. истории естествознания и техники.* 1993. №4. С.56—66; 1994. №2. С.98—106; *Сорокина М.Ю.* Week-end в Болшево, или Еще раз «вольные» письма академика В.И.Вернадского // *Минувшее.* Ист. альм. Вып.23. СПб., 1998. С.295—344.

<sup>6</sup> Bakhmeteff Archive of Russian and East European History and Culture. Columbia University. George Vernadsky Coll., Box 12 и 228. Отдельные незначительные фрагменты опубликованы нами ранее. См.: *Сорокина М.Ю.* Соблазн тоталитаризмом // *Столич. новости* (Киев). 1998, 17—24 марта. С.14—15.

## Г.В.ВЕРНАДСКОМУ

### 9.VI.1923. Paris 7, Rue Toullier<sup>1</sup>

Дорогой мой,

что же вы с Ниночкой<sup>2</sup> ничего не делаете для поручения Елиз. Дм. [Ревуцкой]<sup>3</sup>! Мне ужасно советно перед ней: она столько мне делает, а между тем ведь вы в прекрасных условиях жизни по сравнению с петербургскими, и нельзя об этом забывать. Я и деньги послал и ни с места. А главное ведь надо справку<sup>4</sup>, только справку. У меня какое-то неприятное чувство в связи с этим: мы забываем других, жизнь которых тяжела... Очень прошу, посмотри на это поручение как на дело, а не как навязанную затею. Конечно, для дела всегда можно найти

время. Я писал ей, извиняясь, что поручил это вам, но мне неприятно теперь, что я не взял как-нибудь это на себя и что не послал Гинзбургу<sup>5</sup> в Берлин, хотя Е.Д. отчего-то Гинзбургу не хотела поручать... Вспомни одно — там (в СССР. — М.С.) всякая присылка книг — есть облегчение в тяжелых моральных условиях жизни... Из рассказов И.П.Павлова<sup>6</sup>, который с сыном едет в Америку и Англию, видно, что улучшения нет. И новое: преподаватели и доценты слушают курсы азбуки коммунизма<sup>7</sup> и сдают экзамен! Сейчас я читаю книгу Шпета<sup>8</sup> — Историю русской философии — она очень интересна, интересна и по основе: беспощадной критике генезиса русской интеллигенции и революционного тумана. Удивительно, как она прошла цензуру, которая там свирепствует, — издана в России.

Твою статью в сборнике прочел сейчас же<sup>9</sup>. Мне хочется тебе высказать ряд заключений и недоумений, которые она во мне вызвала. Меня поразило материалистическое обоснование происходившего; из твоей статьи получается впечатление, что основными пружинами были политические расчеты византийцев и других политических деятелей и злостные стремления к власти пап<sup>10</sup>. Но если даже они воспользовались идейным течением — то ведь было все-таки и идейное течение! А оно исчезло в твоём изложении — идея единения церковей все-таки великая идея — но ее истории у тебя нет и ее деятелей в твоей статье не видно. Неужели их не было? Мне очень трудно, может быть, это видеть, т.к. я не христианин, но даже с христианской точки зрения разделение церковей величайшее зло... Я все-таки думаю, что искреннее, глубоко религиозное активное искание единения было и есть и оно творило унию по существу. В частности, у меня сомнения, чтобы такие люди, как Скарга<sup>11</sup> и Виссарион<sup>12</sup> были только политиками, руководились только корыстными или узко теократическими целями... С другой стороны, в твоей статье исчезло необходимое беспристрастие: если ты говоришь о гонениях и преследованиях православных, которыми достигалась уния<sup>13</sup>, и упоминаешь о воссоединении XIX в., то нельзя скрывать пути — того же преследования и гонения униатов, — каким было достигнуто это «воссоединение». Роль казачества, о которой ты пишешь, несомненно, верна, но едва ли сейчас можно представлять все это течение так, как это принято. Это было вроде большевизма, течение, уничтожавшее старую западнорусскую и украинскую культуру. Это была варваризация жизни вроде теперешней, и, вероятно, так же, как тогда, создастся новый, менее культурный класс привилегированных. Принятие католичества — была победа высшей культуры, а уния — сохраняла национальность, задерживала полонизацию. Мне кажется, Кулиш<sup>14</sup> был более прав по отношению к казачеству, чем Соловьев или Костомаров. Сейчас очень любопытно — и с точки зрения современности — точка зрения украинца-поляка Липинского<sup>15</sup>. Знаешь ли ты ее? Его книга о Б.Хмельницком имеет значение и в структуре полонофильской идеологии современных украинских кругов, которым, может быть, история дает, к сожалению, известную силу. Я не чувствую в твоей статье научного свободного проникновения во всем объеме в понимание явления. Или я ошибаюсь, и двигателями унии являлись только политические и теократические расчеты? Стати, мелкая частность — отдача церковей евреям как общий факт, о котором ты пишешь, — кажется, легенда?

Для меня — смотря со стороны — искания единения, унии — является проявлением жизни той великой духовной ценности, какой является христианство, буквенная или догматическая защита его разделений — элементом его умирания в сво-

бодном мире человеческой личности, для охраны и поднятия которой оно столько сделало.

Пишу утром — надо уходить. Мне хочется тебе написать и о другом: о моем возвращении временно в Россию и о здешних делах. Но об этом в другом письме: время терпит.

Я совсем не согласен с твоим взглядом на то, что это может тебя связывать. Но я хотел тебе сказать — подумай о том, что я обещал вернуться и это обещание есть глубокое проявление моей личности, которое может не быть проявлено только внешними обстоятельствами. Их я не вижу. Об этом я еще напишу.

Что касается общественно-политической деятельности эмиграции — она мне представляется ненужной и печальной. Корней в России нет: там идет свой процесс. Задача эмиграции: подготовка личностей и работа научная и культурная. Ведь можно свалить большевиков — вне идущего процесса рассасывания (не эволюции) — только силой — силой физической. Деятельность Национального и др. комитетов, которые эту силу не организуют, — едва ли имеет большее значение, чем научная, студенческая и профессорская деятельность с точки зрения русской. Оставь ею заниматься тем, которые не имеют другого, более ценного и большого, чем имеешь в своей научной, педагогической и религиозной работе ты. Ну, до другого раза.

Нежно целую. Нинусе на днях пишу. Страшно рад, что она выдержала в академию. В Цюрихе не поехал, т.к. явились сомнения в связи с немецко-французскими запросами.

Горячо любящий отец.

<sup>1</sup> Улица в Латинском квартале.

<sup>2</sup> Здесь и далее Ниночка, Нинуса — дочь Вернадского.

<sup>3</sup> Ревуцкая Елизавета Дмитриевна (1867—1942) — минералог, ученица и ближайшая сотрудница Вернадского в течение многих лет.

<sup>4</sup> Здесь и далее все подчеркивания принадлежат В.И.Вернадскому.

<sup>5</sup> Гинзбург Илья Исаакович (1882—1965) — геохимик и минералог, сотрудник Постоянной комиссии для изучения природных богатств Украины. В 1922 г. эмигрировал в Германию, в 1925 г. вернулся в СССР и работал в учреждениях АН СССР.

<sup>6</sup> Павлов Иван Петрович (1849—1936) — физиолог, академик Петербургской АН (1907), лауреат Нобелевской премии (1904).

<sup>7</sup> Вернадский всегда писал слово «коммунизм» с одним «м», как это и предусматривала орфографическая норма его времени.

<sup>8</sup> Шпет Густав Густавович (1879—1937) — философ, преподавал в Московском университете (1909—1918). Репрессирован по делу сотрудников и составителей Большого немецко-русского словаря (см.: Шпет в Сибири: ссылка и гибель. Томск, 1997). Точное название его монографии «Очерк развития русской философии» (Пг., 1922. Ч.1).

<sup>9</sup> См.: *Вернадский Г.В.* «Соединение церковей» в исторической действительности // Россия и латинство. Берлин, 1923. С.80—120. Статья посвящена исторической судьбе проблемы разделения «греко-российской» (православной) и «римско-католической» церковей (1054 г.), а также неоднократным попыткам воссоединения (унии) церковей на условиях признания православной церковью главенства папы римского при сохранении ею своих обрядов и богослужения на родном языке. Недавно

С дочерью Ниной. Прага.  
Примерно 1935 г.



статья Вернадского републикована с предисловием Н.Е.Сони-чевой. См.: *Вопр. истории*. 1994. №7. С.155—174.

<sup>10</sup> Имеются в виду попытки объединения церквей, предпринятые со стороны Византии не церковью, а императорами (например, Михаилом VIII Палеологом в 1274 г.), рассчитывавшими на поддержку папства в своих внешнеполитических акциях.

<sup>11</sup> Скарга Павенский, Петр (1536—1612) — польский политический деятель, ксендз-иезуит; один из инициаторов Брестской унии (1596).

<sup>12</sup> Виссарий, архиепископ Никейский (1403—1472) — один из наиболее видных церковно-политических и литературных деятелей XV в., сторонник соединения православной и католической церквей.

<sup>13</sup> Имеется в виду введение Ужгородской унии (1649) насильственными методами в Закарпатье, а также создание на территории современных Украины и Белоруссии униатской церкви при главенстве католической церкви. С конца XVII в. Россия имела право защиты православных в Речи Посполитой и неоднократно протестовала против передачи православных церквей униатской церкви. После окончательного раздела Польши, с 30-х гг. XIX в., началась ликвидация униатской церкви в Российской империи, сопровождавшаяся в свою очередь репрессиями среди украинских националистов-униатов и католиков.

<sup>14</sup> Кулиш Пантелеймон Александрович (1819—1897) — украинский фольклорист, историк, писатель, общественный деятель, представитель культурно-этнографической школы, один из основателей Кирилло-Мефодиевского братства, весьма критически оценивал деятельность Богдана Хмельницкого и массовые казачьи выступления, выдвигая на первый план культурную миссию польской шляхты на Украине; Соловьев Сергей Михайлович (1820—1879) — известный русский историк, автор многотомной «Истории России с древнейших времен», представитель государственной школы; Костомаров Николай Иванович (1817—1885) — украинский историк, этнограф, писатель, публицист, член-корреспондент Петербургской АН (1876), представитель культурно-этнографической школы; по его мнению, важнейшую роль в борьбе украинского народа против Речи Посполитой сыграло именно казачество, воскрешавшее традиции вечевого вольности.

<sup>15</sup> Липинский Вячеслав Казимирович (1882—1931) — историк, социолог, философ, посол Украинской Державы в Австро-Венгрии. В эмиграции один из инициаторов создания и идеолог «гетманской» партии — Украинский союз хліборобів-державників.

## Н.В.ВЕРНАДСКОЙ

10.VI.1923. Paris 7, Rue Toullier

Дорогое мое, бесценное дитя, ужасно мы с мамой рады, что ты выдержала академию. Ты знаешь, что я не придаю никакого значения внешней оценке — важна своя внутренняя, — ты занималась, и это хорошо и достаточно.

Сейчас едем с мамой в Медон<sup>1</sup> смотреть квартиру — будем искать где-нибудь и здесь в Passy<sup>2</sup> и т.п. Я думаю, что обстоятельства складываются так, что дальше конца ноября не удастся остаться за границей.

Числа 18—20 уезжаем на три недели, на месяц в Bourbon-Lancy<sup>3</sup>. Я думаю — и очень хочу — в сентябре проехать в Англию. И здесь масса работы с моими книгами; не знаю, как справлюсь...

Сейчас видим многих приезжих — И.П.Павлова, Тарасевича, Чистовича, Заболотного, Любименко...<sup>4</sup> Получается яркая картина жизни там, тяжелой, но полной. Выхода не видно. Ясно одно, что эмиграция здесь — не имеет никаких корней там. Она будет приспособляться, но она не будет строить жизнь. Идеология царя, особенно Романовых, далекое прошлое, и эти вопросы, реальные здесь, там не живут.

Я считаю, что сейчас и вопрос о церкви получает новое направление: «живая церковь» — с традиционным подострастием православия перед властью — сейчас победила<sup>5</sup>. Церкви, ей подчиненные, так же переполнены, как были раньше. Стихийное религиозное чувство как-то не считается с рамками церквей, и я думаю, что если это так, то и будет соответствующий результат. Неужели расколом от блока русского народа окажется здешняя эмигрантская церковь, как это думал Дм. Ив. [Шаховской]<sup>6</sup>, считавший ее своего рода

«живую церковь», тоже государственной Петровского времени?

Я писал вчера Георгию о поручении Ел. Дм. [Ревуцкой]. Мне очень жаль, что я вам поручил это дело, но мне казалось, что можно найти время для его исполнения. Первое, что необходимо, и сколько месяцев вы это делаете, — это узнать стоимость книг. Сейчас уже я не могу поручить это другим. А здесь немецкие книги получаются через Голландию и очень дорого. Попробую сделать это через Берлин — но тогда напишите, что вы этого не сделаете. Может быть, сделаем так, что я спишусь с Фридендером в Берлине и постараюсь перевести ему деньги, если вы этого не можете сделать в Праге. Но мне нужен от вас ответ. По существу, я считаю, что вы не правы в этом деле...

Я подал заявление в Академию о продлении командировки до 15 XI. Иначе нельзя сохранить квартиру. Как я уже много раз говорил и писал, для меня слово мое — не бумажка, и в этом сложном положении я не хочу ничем усложнять положение Академии Наук, которая мне дорога и которую я считаю одним из крупнейших ценностей русских и крупных ценностей человеческих. А она поддерживается только волей, авторитетом и активностью ее членов. Жить в рабей обстановке России отвратительно, но жить эмигрантом тоже не сладко. Порывать же со своим народом сейчас для меня поздно, хотя право этого для каждой личности я вполне признаю.

Я считаю великой обязанностью с русской точки зрения получение образования русской молодежи в тех нормальных условиях, в каких ты работаешь. В России это образование все больше разрушается: шпионаж, падение морального и умственного уровня среды — ужасны. Царят низкие группы населения, поддерживаемые циничными *do ut des*<sup>7</sup>, «товарищами», и в буквальном и в переносном смысле следят, и всякий более свободный выбор находится под контролем комячейки (80% евреев). Держат стипендиями и т.д. И Чистович, и Павлов рассказывают очень тяжелые вещи. С другой стороны, в Петрограде сейчас очень развивается научная работа, и Павлов говорит, что у него переполнена лаборатория, впервые они работают хорошо. Среди молодежи много и очень способных. Все профессора говорят о напряженной работе молодежи — но это все «старая» молодежь. Вышел сборник статей Павлова.

Успенский<sup>8</sup> будет в Константинополе — верно, временно туда едет и официальный представитель Кристи<sup>9</sup>. Вопрос идет о русском институте в Константинополе. Н[аталья] Э[растовна]<sup>10</sup>, по видимому, остается из-за недостатка средств.

Получил очень милое письмо от Колесникова и его литографированный отчет Украинского Университета<sup>11</sup>. Ужасно, что украинское движение так отрезано от русского! Я думаю, что это самый основной вопрос. Неужели Киев будет под Поль-

шей? Я думаю, что безумная политика русская (главным образом эмигрантская) может к этому привести. При неизбежной гибели большевизма будет идти распадение России, если власть не останется в руках советских без коммунизма, что едва ли. «Рассасывание» болезни может привести к отделению частей.

Георгий писал о каких-то здешних начинаниях. Я думаю, что беспочвенная фанфаронада. Если что-нибудь и начнется — то лишь местные выступления с развалом целого.

Ну, целую тебя крепко, мою родную. Сейчас с мамой идем к Жангилям<sup>12</sup> (их дочь выходит замуж), пообедаем у А.В.[Гольштейн]<sup>13</sup>.

Нежно обнимаю. Горячо любящий отец.

<sup>1</sup> Пригород Парижа; здесь Вернадские останавливались в 1889 г., а в годы эмиграции жили многие русские ученые — С.И.Метальников, Н.И.Андрусов и др.

<sup>2</sup> Район Парижа, где жили многие знаменитые русские политические эмигранты (И.Фондаминский, Д.С.Мережковский и З.Гиппиус и др.).

<sup>3</sup> Курорт, богатый сернистыми источниками, примерно в 350 км к юго-западу от Парижа. Вернадские здесь жили на Villa du Rocher.

<sup>4</sup> Тарасевич Лев Александрович (1868—1927) — микробиолог, председатель Ученого медицинского совета Наркомздрава СССР (1918—1927), директор Государственного научного института им.Пастера, один из основателей и первых редакторов журнала «Природа»; Чистович Федор Яковлевич (1870—1942) — патологоанатом, профессор Казанского университета (с 1909) и Ленинградского института усовершенствования врачей (с 1921); Заболотный Даниил Кириллович (1866—1929) — эпидемиолог, академик и президент АН УССР (1928—1929), академик АН СССР (1929); Любименко Владимир Николаевич (1873—1937) — ботаник, чл.-кор. РАН (1922) и академик АН УССР (1929).

<sup>5</sup> Имеется в виду одна из организаций, представлявших обновленческий раскол в Русской православной церкви, возникший в пореволюционные годы.

<sup>6</sup> Шаховской Дмитрий Иванович (1861—1939) — историк, публицист, исследователь творчества П.Я.Чаадаева. Один из основателей кадетской партии; член ее ЦК. Министр государственного призрения Временного правительства. Ближайший друг Вернадского со студенческих лет.

<sup>7</sup> Даю, чтобы и ты мне дал (*лат.*).

<sup>8</sup> Успенский Федор Иванович (1845—1928) — историк-византист, академик Петербургской АН (1900) и директор ее Константинопольского историко-археологического института.

<sup>9</sup> Кристи Михаил Петрович (1875—1956) — уполномоченный Наркомпроса в Петрограде (1918—1926).

<sup>10</sup> Жена Ф.И.Успенского.

<sup>11</sup> Украинские государственные университеты в Киеве и Каменец-Подольске были открыты 6 и 22 октября 1918 г.

<sup>12</sup> Жангиль Луи (1868—1925) — французский минералог; активно содействовал научной работе Вернадского во Франции.

<sup>13</sup> Гольштейн Александра Васильевна (1850—1937) — более пятидесяти лет близкий друг Вернадских. Известная общественная деятельница, бакунистка и переводчица, она первой познакомила русских читателей с книгой Анри Бергсона «Материя и память». С дореволюционных лет жила в Париже. Приехав в июле 1922 г., Вернадские сначала остановились у А.В.Гольштейн в самом центре Парижа — на 75, Rue de la Tour — Башенной улице в районе Пасси. Подробнее см.: История полувековой дружбы / Публ. А.С.Тюрина и А.А.Сергеева // Минувшее. Ист. альм. Вып.18. М.; СПб., 1995. С.353—425.

Н.В.ВЕРНАДСКОЙ

11.XII.1923

Мое драгоценное дитя — все время я думаю о тебе и хочу тебе писать — но никак не слажу с временем. Мысленно пишу тебе о том, о другом — и это переживание становится для меня реальным, и я забываю, что я только хотел писать тебе. Возможно, что будущие люди будут не писать, а общаться мыслью через расстояния, смогут сделать известной свою мысль близким созвучною... Но мы еще до этого не дошли.

Твое письмо об Украине дошло; оно очень интересно. Я смотрю очень тревожно на украинорусские отношения — думаю, что русские совершенно не понимают происшедшего и изменения и возрождения. В нашем прошлом были такие элементы, которые не нашли себе места в современном (и царском) русском строе и ничем сейчас не могут быть уничтожены. Я считаю законными стремления украинцев-самостийников — но думаю, что Украина вполне самостоятельная, учитывая все, не может существовать; ее вхождение в Польшу (хотя бы федерации) приведет к ее поглощению Польшей, ее принадлежность к большому государству — России — ее прямой интерес. Однако в его пределах она должна иметь тахитим самостоятельности. Мое различие с украинцами заключается в том, что их якобинско-централистический идеал мне столь же чужд, как и централистический идеал русских<sup>1</sup>. Историю последних веков не вычеркнешь, и Новороссия — да и Слободская Украина и исторически и этнически не связаны тесно с Киевом. Может быть, выход — штаты. Все зависит от будущего хода истории «Союза советских республик». Я очень сочувствую твоему участию в украинско-русском кружке. Было бы хорошо иметь личное общение с угроруссами<sup>2</sup>. Рад всякой весточке об украинорусских отношениях.

Иногда мне жаль, что я так ушел от русско-украинских отношений. Но в мои годы — в относительно, а может быть, и совсем немногие годы моей оставшейся жизни — мне хочется закончить кое-что из моей научной и философской работы. Особенно теперь, в эпоху таких великих достижений человеческой мысли, какие мы переживаем.

Меня огорчило то, что ты пишешь об Академии. Огорчило, что ты не сознаешь как будто, что нельзя из-за политиканства забывать человеческую личность. Неужели ты могла подумать — а тем более сказать, — что Сергей [Ольденбург]<sup>3</sup> согласится купить существование Академии бесчестным поступком? Разве ты не понимаешь, что то, что отделяет нас от большевиков — есть уважение и признание примата человеческой личности. Для меня — и для Сергея — человеческая личность и человеческое достоинство — есть основной элемент существования. Думать — и поверить, что Сергей может согласиться сохранить Академию путем вы-



Карта района Парижа, где Вернадские жили в 1922–1925 гг. В кружке — Rue Toullier.

бора Зиновьева почетным членом<sup>4</sup>, — показывает твоё полное неуважение — совершенно незаслуженное — к Сергею. Это есть настоящее влияние большевизма: цель оправдывает средства. Твои «совершенно достоверные» сведения совершенно недостоверны — очередная правая или левая клевета. И ты должна разбираться в этом; моральный уровень — в политических вопросах — очень понизился — как всегда в междоусобиях — с обеих сторон. То, что ты пишешь об Академии как о факте есть желание, проекты большевиков, до сих пор удачно отражаемые Сергеем и другими.

Я считаю, что, стоя на точке зрения примата человеческого достоинства и человеческой личности, можно остаться вне большевистского влияния, и многие в России меньше поддаются этому, чем находящиеся здесь. Разве ты не чувствуешь, что у А.В.[Гольштейн] много точек соприкосновения с большевизмом — в аморализме средств борьбы, признании убийства, цели, оправдывающей средства — гораздо больше, чем у Сергея.

По отношению ко мне ты должна понять одно: для меня мое слово и мое отношение к друзьям — основа моей личности. Я не хотел бы работать в тяжелых условиях большевистской жизни, т.к. мне противно насилие и рабство — но я должен туда весною приехать. Как-нибудь я тебе напишу подробнее о моральной основе моей жизни. Это большие вопросы, которые, я знаю, — и это мне в тебе дорого — ты не забываешь.

То, что ты пишешь о Народном Университете, меня огорчает: насколько я знаю об этом — я считаю «борьбу» Георгия с этим<sup>5</sup> большой ошибкой

Хасмегше



Георгий Владимирович Вернадский.

и вредом для русской культуры: это вода на советскую мельницу. Думаю, что был на правильной точке зрения в этом деле Новгородцев<sup>6</sup> (и, по-видимому, Кизеветтер<sup>7</sup>).

Головин<sup>8</sup> — как ученый мне неизвестен. Говорили, очень хороший специалист (окулист). Он в университетской жизни был ставленником Кассо<sup>9</sup> и проводил его политику — с другой стороны, то же, что делают — еще много циничнее и грубее — большевики. Но, думаю, морально эти течения близки.

Моя работа идет очень хорошо — но медленно. Сильно двинул и «Минералогию»<sup>10</sup>, печатаемую в Петрограде. Если добиваться организации биогеохимической лаборатории здесь — надо, может быть, стать французским гражданином. Об этом я сейчас думаю — но это между нами.

Мы послали тебе деньги: ты сама решишь, как быть с комнатой.

Горячо тебя, бесконечно любимую, обнимаю. Любящий отец.

<sup>1</sup> Подробнее об отношении Вернадского к вопросу украинской государственности см.: *Гирич И.* Між російським і українським берегами. Володимир Вернадський і національне питання

(у світлі щоденника 1917—1921 років) // *Mapra Mundi*. Зб. наук. праць на пошану Я. Дашкевича з нагоди його 70-річчя. Львів; Київ; Нью-Йорк, 1996. С.735—756; *Сорокина М.Ю.* Россия и Украина в научном наследии В.И.Вернадского: исторические судьбы славянства // *Науч. наследие В.И.Вернадского в контексте глобал. проблем цивилизации*. М., 2001. С.118—131.

<sup>2</sup> Угорская Русь — историческое название Закарпатской Украины, бывшей с конца XI в. под властью Венгрии.

<sup>3</sup> Ольденбург Сергей Федорович (1863—1934) — один из ближайших друзей В.И.Вернадского со студенческих времен; востоковед-индолог. Академик и неперемный секретарь АН (1904—1929). Член ЦК кадетской партии, министр народного просвещения Временного правительства. Директор Азиатского музея — Института востоковедения АН СССР (1916—1934).

<sup>4</sup> Председатель Ленсовета и Исполкома Коминтерна Григорий Ефимович Зиновьев (1883—1936) никогда не избирался почетным членом АН. Здесь передается слух, ходивший среди эмиграции.

<sup>5</sup> По-видимому, речь идет о противодействии Георгия Вернадского планам создания Русского народного (свободного) университета в Праге под организационным патронажем МИД Чехословакии.

<sup>6</sup> Новгородцев Павел Иванович (1866—1924) — философ, профессор Московского университета, член ЦК кадетской партии. С 1921 г. в эмиграции, жил в Чехословакии, где создал Русский юридический факультет и стал его деканом.

<sup>7</sup> Кизеветтер Александр Александрович (1866—1933) — историк, профессор Московского университета; член ЦК кадетской партии. После эмиграции жил в Чехословакии.

<sup>8</sup> Известный офтальмолог, профессор Новороссийского университета.

<sup>9</sup> Кассо Лев Аристидович (1865—1914) — министр народного просвещения (1911—1914). Считалось, что своей административной карьерой он был обязан поддержке правых — В.М.Пуришкевича, Крупенского и др., а также родственными связям с женой премьер-министра П.А.Столыпина.

<sup>10</sup> Имеется в виду «История минералов земной коры» (Л., 1927).

## Н.В.ВЕРНАДСКОЙ

3 июня 1924 г. [Париж].

Мое драгоценное дитя — вчера нас порадовало твое письмо. Я так жду свиданий с тобой. Мне хочется тебя услышать, почувствовать тенденции твоей мысли и твоих чувств. Но я не могу откладывать до свидания той беседы, которая у нас началась в письмах, — оценки того сложного положения, в котором сейчас находится ищущий правды человек в русском движении. Иногда в письме легче фиксировать мысль, потерявши раз нить, не всегда легко к ней вернуться.

Я очень глубоко чувствую неправильность твоей оценки положения и твоего представления о том, что делается в России и вне России, в русской эмиграции. Твое отношение к белому движению, к социализму, к коммунизму рисуется мне не отвечающим действительности, и та логическая сеть, в которую ты ее облекаешь, кажется мне химеричной.

Пока ты остаешься в изложении твоих переживаний и чувствований, ты вольна как птица — но раз ты выступаешь в логическом обосновании твоих суждений, законы неумолимой логики становятся для тебя обязательными. Это то, что объ-

единяет людей, дает возможность взаимного понимания.

Я хочу набросать тебе мои впечатления от твоих суждений. Я признаю, что в белом движении были и есть идейные единицы, как ты говоришь, лучшей русской молодежи. Мое ухо режет эта последняя («лучшая») оценка, т.к. в ней есть элемент гордыни, не оправданной результатами, — но я беру ее, как ты ее даешь.

Ты ценишь этих людей по их душевным намерениям и желаниям — а не по результатам их поступков. Цени так же, тем же способом и других — социалистов и красных. Ты этого не делаешь. Их ты судишь по результатам их поступков. Что будет, если по результатам ценить белых?

Когда ты говоришь, что идеал социализма «хорошо покусать», «свинское благополучие», — это результат применения, крушения жизнью идеала. Идеал, за который гибли люди, тот идеал, с которым надо сравнивать, — идеал белой молодежи, конечно, не в этом, и люди отдавали свои жизни не за это. Идеал белого движения, приведший к гражданской войне, не есть гражданская война — это чувство свободы личности, идеал свободной, большой, сильной России. Идеал социализма не есть свинское благополучие — он вырос из любви и сострадания к человеку, является результатом негодования и боли закрепощения одних другими, за построение благополучия немногих на страданиях многих. В основе социализма лежит любовь к людям и желание братства, стремление дать всем возможность пользоваться духовными благами жизни. Материальные блага не есть цель — это необходимая основа. Как необходимая основа белых — могущественная, свободная Россия.

Я всегда считал — а теперь тем более — социализм неверным по существу. Но я не могу не признать, что это великое течение, основанное на братстве людей и на любви, проникнутое желанием помочь угнетенным и несчастным, дать возможным всем пользоваться духовными благами жизни без истязания одних другими...

И несомненно, такие идеально чистые люди всегда были и есть среди всех социалистических течений, в том числе и в коммунизме. И мы знаем, как много из них пережило сейчас в России трагическую развязку своих стремлений — имели слабость, но и глубокое несчастье — покончить жизнь самоубийством из-за противоречия идеалов и жизни.

И в белом патриотическом русском движении и в социалистически-коммунистическом есть одна общая черта, которая одинаковым образом оказала свое пагубное влияние, — оправдание убийства и войны, со всеми их неизбежными последствиями.

И на обоих — не на единицах, а на массах — это по существу аморальное допущение сказалось в разрушении основ их идеалов.



Нина Владимировна Вернадская (в замужестве Толль).

Я смотрю на социализм — в его применении и выражении — как на огромную опасность для будущего человечества. Сейчас это самый страшный враг свободы личности и ее развития. Но я не могу отрицать, что не будь этих идей, положение масс в нашем капиталистическом строе — низов, рабочих, крестьян — было бы безумно тяжелым. Не выдумка надрывающий труд до 16–20 часов, гибель детей на фабриках, порабощение в грубых формах, нечеловеческое отношение одних к другим, как к животным (европейское, а не индийское). Страх перед массами, охваченными социалистическими идеалами, их реальное значение на окружающую жизнь, несомненно, сказалось и сказывается на улучшении их материального и духовного положений...

Жизнь сложна, и человеческие схемы несовершенны. Улучшившие свое положение части низов давят оставшихся. Но это явилось следствием того, что другие формы социального улучшения — как формы религий, в частности, христианских церквей, — не оказались достаточно живыми.

Сейчас социализм, охвативший массы, есть большая сила, регулирующая тягости жизни. Сумеет ли христианство, буддизм, мусульманство



и другие великие религии сместить его или нет — покажет будущее. Его сила и опасные стороны его победы как будто вновь поднимают моральную действенную силу религий...

В твоём письме меня поражает и другое. Неужели в России только одни коммунисты? Неужели за пределами коммунистов и белых все остальное не существует?

Мне кажется, сейчас настоящая сила будущего именно в этой массе — в тех, которые стоят и стояли вне гражданской войны. Гражданская война есть одно из величайших преступлений и величайших ошибок. Начали красные, вызвали белых — обе стороны создали страшную психологию и совершили неистощимые бездны преступлений и страданий. Конечно, красные взяли в этом рекорд — но это общая психология и общее несчастье.

Я не знаю, подымется ли скоро из этого хаоса Россия. Но я уверен, что настоящими создателями её будущего будут те, которые сойдут с этого пути или которые на него не вступали.

И я думаю, что среди них сейчас по всей России находится множество идейно чистых, «лучших» людей. Они есть и за кордоном и в пределах страны. Когда ты так просто, схематично рисуешь себе происходящее — мне кажется, ты строишь иллюзии и живешь вне реальности.

Нельзя забывать еще одного факта, который начинает все более проявляться последнее время в сознании окружающих. В белом движении, несомненно, помимо желания, был элемент, противоречащий его основе: помощь иностранцев, конечно, преследовала — в общем, а не в отдельных случаях — не благо России и стояла в противоречии идеалам России. И это сознание глубоко проникло в мнение многих в России. Что есть настоящий патриотизм? И правильно ли было течение, которое опиралось на помощь чужих, преследовавших цели разрушения русского могущества и русского государства?

Сейчас в России тот же субстрат, охраняющий её основу, находится в глубоком противоречии и в каждодневном столкновении с интернационализмом коммунистов. За СССР выявляется лик истрадавшей России. Удастся ли ей сбросить с себя ужасную охватившую её удушающую сеть?

Может быть, в этом постепенном рассасывании организмом внешних инородных удушающих новообразований и в превращении их в научные и полезные формы — идет сейчас исторический процесс.

Главные её деятели в России — и её спасение, если среди них есть достаточно «лучших» людей. Им тяжело и мучительно — но в них основа спасения.

Вот надо кончать, но мне хотелось набросать тебе, моя бесконечно любимая, эти мысли. Выразить их как следует не смог.

Вечно любящий.

Г.В.Вернадскому

15 июня 1924 г. Париж

Мой дорогой — сегодня мы получили твои письма. Мне хочется тебе написать несколько слов, чтобы тебе сказать, что я очень сильно чувствую твою большую и нежную любовь к нам, и вместе с тем высказать некоторое беспокойство в связи с возможным твоим будущим.

Обстоятельства складываются так, что, может быть, нам с мамой не придется вернуться в Петроград. У меня нет полной уверенности, что я правильно поступил и не подвел в той или иной форме моих друзей, тем более, что я чрезвычайно высоко ценю их самоотверженную работу и думаю, что они делают самое нужное дело. Мне иногда кажется, что я должен был бы поехать в мае в Россию. Во всяком случае, я, когда обращался за продлением командировки, не хотел рвать с Россией и не хотел стать эмигрантом. Это может явиться лишь невольным, нежелательным для меня следствием стечения обстоятельств.

Но если бы это случилось, для меня было бы величайшим ударом и огромным горем, если бы это каким бы то ни было образом отразилось на твоей научной работе. Я не могу допустить и не хочу, чтобы ты для лучшей постановки жизни нашей бросил научную работу и перешел к той тяжелой жизни из-за заработка, какой живет сейчас русская эмиграция<sup>1</sup>. Я считаю, что ты должен стремиться делать максимальную научную работу и думаю, что сейчас это то, что может и должна делать русская интеллигенция за границей. Знай и имей в виду, что если я каким-нибудь образом буду способствовать такому изменению твоей судьбы, например, переезду в Париж для зарабатывания и помощи нашей жизни — это будет для меня огромным ударом, и я себе этого никогда не прощу.

Поэтому, сознавая всю твою любовь, я с ужасом и болью читал об этих твоих планах.

Если мне действительно придется перейти на эмигрантское положение — если здоровье не выдаст — для моей жизни, которая близится к концу, — я найду возможности. Между прочим, может быть, для следующего 1925-6 года можно будет устроиться в чешском университете в Праге — может быть, буду об этом списываться со Славиком<sup>2</sup>. На ближайшее будущее России я смотрю очень мрачно и не знаю, смог ли бы я там остаться, если бы туда поехал. Буду пытаться добиваться дальнейших возможностей и в Америке — но все это очень, конечно, гадательно. Пока положение обеспечено на год — но не закрыта возможность и еще годового продления субсидии фонда<sup>3</sup>.

О Польском восстании 1830-го года; я, конечно, не считаю его правильным, и лояльные к России поляки того времени (из той же шляхты, вроде Губе и массы других) и Велепольский<sup>4</sup> и К<sup>5</sup> пе-

ред 1863 были правы — как мы видим теперь. Всегда в истории виноваты побежденные, которые погубили больше, чем было бы потеряно, если бы они не начинали вооруженную борьбу. То же самое сейчас и «белые». Несомненно, следствием их неудачного восстания явилось укрепление советской власти и культурное разорение России. История не прощает движение белых как барское или помещичье или как контрреволюционное. Это делают публицисты. Твоя фраза о польском восстании 1830 года<sup>5</sup> именно этим режет ухо — т.к. это не факт, а оценка.

Я с большим удовольствием прочел твои статьи в пражском сборнике. Он мне нужен вообще. В нем интересная (но не талантливая) статья Флоровского об Академии<sup>6</sup>. Твоя статья о Пушкине<sup>7</sup> мне очень понравилась, и она хорошо написана и передается средю. Ты не ответил мне, знаешь ли книгу Анцыферова о душе Петербурга<sup>8</sup> — там для тебя данные о Медном Всаднике и вообще есть интересное? Твои две другие мелкие заметки<sup>9</sup> тоже интересны.

Но я боюсь, что ты все разбрасываешься. Это ничего, когда ведешь одновременно большое. Надо непременно не откладывать его, а начинать сейчас же, что бы ни было в будущем. Будущее неизвестно, но оно строится стремлением человека в значительной мере. Если этого стремления нет — оно иное. И вот я хочу, чтобы у тебя это стремление было, и огорчен, что вот уже 2 года ты не собираешься его иметь.

Знаешь — верно ли ты сделал, что вышел из того кружка прав[ославного], о котором говорил. Вот ты осуждаешь Булгакова<sup>10</sup> — но ведь ты отошел и не взял на себя ответственности быть активным и влиятельным в такие моменты... Большевики берут активностью и инициативой и волевым устремлением. Этого волевого устремления нет в русской эмиграции — совсем нет! Я не считаю волевым устремлением ни организационной работы, ни бесчисленных дряг. Мне кажется сейчас вся политическая деятельность хороших людей и умных, как Карташев или Семенов<sup>11</sup>, именно от этого отсутствия активной волевой политики наступления потерпела полное фиаско.

Я был как-то на одной лекции Лосского<sup>12</sup>, излагавшего о боге — как «ничто», т.е. не выражаемом нашими словами, образами, строем мышления. И я почувствовал известное оправдание философским исканиям в рамках религии. По существу и философия, как и наука, не могут терпеть извне устанавливаемых рамок. Но создание таких течений философских исканий имеет огромное значение для углубления религиозного настроения и для развития мысли. И сейчас мы наблюдаем два аналогичных, любопытных течения в христианстве, может быть, более важных и глубоких, чем мы думаем, — неотомизм, а в последнее время

здесь и в Италии неофранцисканство, так или иначе связанные с философией и мистикой католичества, и новую русскую философию в рамках православия. Их углубление и рост может иметь огромное значение для развития и силы верующей личности, т.к. они приводят в согласие с верой для этих верующих людей то, что обычно в жизни подрывает и религиозное чувство, и религиозное искание, и веру, и церковь как собрание верующих. Верующая личность может стать сильнее неверующей.

Но по существу мне представляется базис этих построений — христианской религии — недостаточно широким без углубления самой веры. Такая же работа, очевидно, возрождается и в великих религиях и философиях Востока. В Академическом отчете, который я тебе пришло, интересная речь Щербатского о научных достижениях Индии<sup>13</sup>.

Крепко и горячо обнимаю. Любящий тебя отец.

<sup>1</sup> См. в письме Г.В.Вернадского отцу 11 июня 1924 г.: «Грустно и досадно на себя, что я пошел по другой дороге и не могу быть тебе помощником. Может быть, мне надо все бросить и идти тебе помогать — сперва механически, а через несколько лет я уже и начал бы более сознательно разбираться? Может быть, это и надо мне сделать делом жизни? — надо устроиваться в Париже?» (BAR. G.Vernadsky Coll. Box 84).

<sup>2</sup> Славик (Slavik) Франтишек (1876—1957) — чешский геолог, член Чехословацкой АН, директор Минералогического института Пражского университета.

<sup>3</sup> Имеется в виду Fondation Rosenthal — Фонд Розенталя, субсидируемый Леонардом Михайловичем Розенталем (1877—1955) — выходцем из России, французским предпринимателем, «королем жемчуга». Вернадский получил первый грант Фонда на исследование живого вещества. Подробнее см.: *Сорокина М.Ю.* «Аймек Гуарузим» — Fondation Rosenthal // Евреи России — иммигранты Франции. М.; Париж; Иерусалим, 2000. С.35—68.

<sup>4</sup> Губе Ромуальд Михайлович (1803—1890) — польский историк-юрист, занимался ревизией польских законов, несовершенством которых объяснял восстание 1830 г.; Велепольский Александр, маркиз (1803—1877) — польский государственный деятель, сторонник подавления польского национально-освободительного революционного движения.

<sup>5</sup> См.: *Вернадский Г.В.* Очерк истории права русского государства XVIII—XIX вв. (период Империи). Прага, 1924.

<sup>6</sup> Флоровский Антоний Васильевич (1884—1968) — историк-славист, возглавлял историко-филологическое отделение Русской учебной коллегии в Праге (1923—1930), работал также в Карловом университете. См. его статью: Академия наук и Законодательная комиссия 1767—1774 гг. // Учен. зап. Рус. учеб. коллегии в Праге. Т.1. 1924. С.103—176.

<sup>7</sup> Пушкин как историк // Учен. зап. Рус. учеб. коллегии в Праге. Т.1. 1924. С.61—79.

<sup>8</sup> *Анцыферов Н.П.* Душа Петербурга. Пг., 1922.

<sup>9</sup> См.: *Вернадский Г.В.* Заметки о крестьянской общине в Византии // Учен. зап. Рус. учеб. коллегии в Праге. Т.1. 1924. С.81—97; *Он же.* Об одном возможном источнике Русской Правды // Там же. С.99—101.

<sup>10</sup> Булгаков Сергей Николаевич (1871—1944) — экономист, религиозный философ. В июне 1918 г. принял духовный сан и ушел из Московского университета; с июля в Крыму, профессор политэкономии и богословия Таврического университета; после прихода Красной Армии протоиерей ялтинского собора. В 1922 г. выслан из России. Преподавал в Праге и Париже.



Георгий Владимирович Вернадский на вокзале в Нью-Хэйвене (США). 25 января 1930 г. Публикуется впервые (АРАН. Ф.518).

<sup>11</sup> Карташев Антон Владимирович (1875—1960) — богослов, историк церкви, церковный и общественный деятель. С 1919 в эмиграции: председатель Русского национального комитета в Финляндии (затем в Париже), один из основателей и профессоров Свято-Сергиевского Богословского института в Париже (1925—1960); Семенов Юлий Федорович (1873—1947) — литератор, в эмиграции редактор «Возрождения» (Париж), зять А.В.Гольштейн.

<sup>12</sup> Лосский Николай Онуфриевич (1870—1965) — философ, в 1922 г. выслан из России, жил в Праге, с 1945 — в Париже, с 1946 — в США.

<sup>13</sup> Щербатской Федор Ипполитович (1866—1942) — востоковед, индолог, академик РАН (1918). Его речь «О научных достижениях древней Индии» см.: Отчет о деятельности Российской Академии наук за 1923 год. Л., 1924. С.1—24. О влиянии индийской философии на мировоззрение Вернадского см. в примечаниях Я.В.Василькова к публикации «Встреча Востока и Запада в научной деятельности Ф.И.Щербатского», помещенной в сборнике «Восток—Запад: Исследования. Переводы. Публикации» (М., 1989. Вып.4. С.210—211). Часть переписки Вернадского и Щербатского опубликована. См.: *Росов ВА. В.И.Вернадский и русские востоковеды. Мысли—Источники—Письма.* СПб., 1993. С.53—70.

## Г.В.ВЕРНАДСКОМУ

1 августа 1924 г. Париж. 7, Rue Toullier

Мой дорогой — я отвечаю тебе на каждое письмо, и если ты не получал моих писем 2 месяца, как пишешь, виноват сам — не писал. Мне так дорого всегда знать твою духовную жизнь, твою работу и твои искания — но этого я мало вижу в твоих письмах это время. И для меня неясно, что ты делаешь, над чем работаешь.

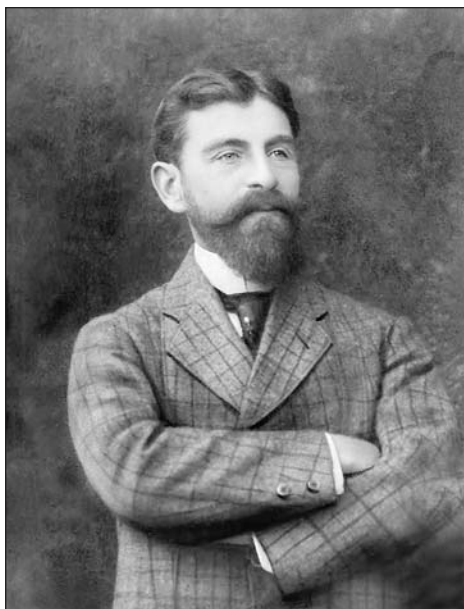
Не знаю, хорошо ли делаешь, если переедешь в Прагу<sup>1</sup> — тебе виднее, но думаю, что это отвлечет от научной работы. А сейчас в духовном творчестве и духовном подъеме и будущее России, да и человечества...

Деньги fondation Rosenthal я получу в начале сентября. Сегодня закрылась лаборатория Кюри<sup>2</sup>. Моя работа приостановилась до середины сентября, и вот нежелание опять ее прерывать заставляет меня колебаться приехать в Прагу. Сейчас я работаю над запиской о состоянии наших знаний о химическом составе живого вещества<sup>3</sup> и над обработкой, в сущности писанием вновь, моей «Минералогии», которая печатается в Петрограде.

Кстати, она как раз печатается по новой орфографии и, как видишь, того «вопроса», который ты ставишь, — для меня нет<sup>4</sup>. Мне этот «вопрос» не кажется вообще важным, и я с грустью смотрю, как из-за него спорят в такой большой, трагический момент. Ты это мое мнение знаешь. Я думаю, что люди вообще не должны уходить в маленькое, и экономия мысли — большое дело. Надо думать о главном, о большом. В этом отношении, чуждый православия, я с радостью слежу за твоими христианскими восприятиями — но с грустью смотрю на занятия мелочами, трату тобой драгоценного времени и энергии и мысли. Предоставь это Кульманам<sup>5</sup> и не вноси новых распрей: и без того — к удовольствию настоящих врагов — все кругом ссорятся. Новиков<sup>6</sup> говорил мне, что эти издания печатаются по новому правописанию, и я ничего против этого не имею. Кстати, его какая-то статья в новом предполагаемом общеславянском зоологическом органе будет (как, кажется, и все другие статьи) печататься латинским шрифтом по-русски. Тучан<sup>7</sup> из Загреба мне пишет по-русски латиницей. Белорусы давно употребляют этот шрифт.

Я читаю сейчас «Дневник Пушкина», изданный Модзалевским, — главным образом мелкие примечания Модзалевского<sup>8</sup>. Переносит в старый русский, навсегда исчезнувший быт. Я думаю, тебя эта книга должна заинтересовать — есть она у тебя или в Праге?

Не могу сказать, чтобы я был рад твоей статье — речи о Кондакове<sup>9</sup>: едва ли ты можешь быть здесь авторитетным судьей. Меня с этой точки зрения смущает и предложение прочесть об Андрусове<sup>10</sup>: но я все же работал раньше по геологии, наконец, я старик и пишу, если это сделаю, о ста-



Французский меценат Леонард Михайлович Розенталь (1877—1955). Публикуется впервые. Из собрания госпожи Николь Ландау (Франция).



Дворец Розенталя на ул.Рюсдаля (парк Монсо, Париж). Современный вид.  
Фото М.Ю.Сорокиной

ром товарище<sup>11</sup>. Боюсь, как бы ты не попал в ложное положение. Подумай.

Я нисколько не сомневаюсь, что евразийцы (кстати, в Индии так называют метисов англичан) хорошие и, может быть, интересные люди — но они плохие мыслители — с неясной головой, с религиозно-философскими априориями, но самое главное — скучные и неживые, по статьям своим<sup>12</sup>. А как надо сейчас другого! Удивительна бледность сейчас печатаемого и здесь, и в России. Я, впрочем, не знаю новых работ Франка и Бердяева (кроме 1-го № «Софии»)<sup>13</sup>, но старые их работы мне чужды.

Нежно и горячо тебя обнимаю.  
Любящий тебя отец.

<sup>11</sup> Г.В.Вернадский жил в это время в Збраславе.

<sup>12</sup> Имеется в виду лаборатория в Радиевом институте, возглавлявшемся Марией Кюри, где Вернадский проводил исследования радиоактивных минералов.

<sup>3</sup> Sur la representation de la composition chimique de la matière vivante // Compte rendu hebdomadaire des séances de l'Académie des Sciences. P., 1924. T.179. P.1215—1217.

<sup>4</sup> Георгий Вернадский, как и многие в эмиграции, был сторонником издания научных работ по старой орфографии.

<sup>5</sup> Кульман Николай Карлович (1871—1940) — филолог, литературовед, профессор Императорского Женского педагогического института (СПб.), работал в орфографической подкомиссии Академической комиссии по русскому правописанию.

<sup>6</sup> Новиков Михаил Михайлович (1876—1966) — биолог, профессор Московского университета, в эмиграции жил в Чехословакии, США.

<sup>7</sup> Тучан Фран — минералог и петрограф, профессор Загребского университета, председатель Хорватского общества естествознания.

<sup>8</sup> Считается, что издание «Пушкин. Дневник 1833—35» (М., 1923) было своего рода венцом научной деятельности известного пушкиниста, археографа, архивоведа и генеалога Бориса Львовича Модзалевского (1874—1928).

<sup>9</sup> Как известно, Г.В.Вернадский был активным участником и одним из организаторов знаменитого Кондаковского семинария в Праге, позднее переросшего в институт. Семинарий был назван по имени его идейного вдохновителя — Никодима Павло-

вича Кондакова (1844—1925) — историка византийского и древнерусского искусства, археолога, академика (1898). Профессор Новороссийского (1877) и Петербургского университетов (1888), Кондаков в 1920-м эмигрировал, читал курс средневекового искусства и культуры Восточной Европы в Софийском университете (1920—1922) и Карловом в Праге (1922—1925). На III съезде русских академических групп в Праге, 25 сентября 1924 г., в день его открытия, Г.В.Вернадский выступил с речью «О значении научной деятельности Н.П.Кондакова. К 80-летию со дня рождения, 1844 — 1 ноября 1924». Издана отдельной брошюрой в Праге в 1924 г.

<sup>10</sup> Андрусов Николай Иванович (1861—1924) — геолог и палеонтолог, академик Петербургской АН (1914) и АН УССР (1920).

<sup>11</sup> Такая статья написана не была.

<sup>12</sup> Отношение Вернадского к евразийцам было типичным для представителей его поколения и его круга. Ср. реакцию патриархов российского либерализма; Ф.И.Родичев — И.И.Петрункевичу 29 сентября 1925 г.: «Мне прислали Евразийский временник — поистине плод помешательства. Георгий Вернадский — некогда пламенный кадет (правда, при Врангеле заведовал печатью), славит Александра Невского, который поклонился татарскому хану и положил начало наследию Московского царства, и не одобряет рыцарственного Даниила Галицкого, который не мирился с татарским игом, искал поддержки папы — и за это поплатилась Вольвь латинским пленением... И книжка прекрасно напечатана — большие деньги. Кто-то дал на издание сего бреда...» (BAR. Rodichev family Coll. B.10).

<sup>13</sup> Франк Семен Людвигович (1877—1950) — философ, профессор Московского университета, выслан в 1922 г., в эмиграции в Германии (до 1937), Франции (до 1945), Англии; Бердяев Николай Александрович (1874—1948) — философ, в 1922 г. выслан из России, профессор Религиозно-богословской академии в Париже.

## Г.В.ВЕРНАДСКОМУ

13 октября 1924 г.  
Bourg la Reine (Seine).  
4 Rue du Chemine de fer<sup>1</sup>

Дорогой мой,  
получил и твое письмо о съезде, и №№ «Руля»<sup>2</sup>, и книжку Кондакова, и перевод твоей статьи. Очень благодарю и очень рад, что съезд прошел хорошо. Что бы ни было в конце концов с Россией, все спасение в производительной творческой работе.

Я очень рад, что ты выступил и что, с другой стороны, переходишь на более далекие — а главное, более крупные события русской истории. То, что ты начал критику конструкции русской истории XIX века<sup>3</sup> — под влиянием текущих событий, — меня очень радует, и нападки трафаретных публицистов вроде Изгоева<sup>4</sup> не имеют никакого значения. Ведь так или иначе ясно, что сейчас выявилось то, что было скрыто, и стало видным, что именно скрывалось под так называемым «освободительным» течением. Для меня ясным стал глубоко враждебный свободе и морали характер социалистических устремлений русского общества. В этом отношении русские социалисты — ответвление тех же полицейских — по существу глубоко реакционных и аморальных идеалов, какие, например, выражаются в формуле Уварова<sup>5</sup>. Жандармский и насильственный дух — неуважение

к человеческой личности — царит и там и здесь, и то, что победила, хотя бы временно, социалистическая интеллигенция, является следствием ошибочности прошлых государственных конструкций правящих лиц — в конце концов, они перегнули народное напряжение. Для меня не ясна твоя позиция в вопросе о присоединении Малороссии, я боюсь — под влиянием твоих статей и разговоров об Унии — не идешь ли ты по стопам украинцев в их явно тенденциозных построениях истории? Не есть ли это проявление той же публицистики другого лагеря? Ибо едва ли у тебя есть в этой области достаточные знания по первоисточникам и даже по основным большим сводкам обоих лагерей.

Я особенно хочу в твоей исторической работе, чтобы ты отошел от публицистики, взял исследование крупной исторической эпохи и дал волю твоему художественному таланту. Схемы — и в общем мертвые — сейчас заполняют обработку русского исторического прошлого. Конечно, всякий историк тенденциозен, отражает свою личность и свою эпоху — но углубленная работа над большим явлением и художественное воссоздание служат коррективом. А я боюсь, что твоя оценка чужих исторических работ (например, то, что ты не видишь слабости мысли евразийских произведений — за исключением Н.Трубецкого<sup>6</sup> — или Лаппы<sup>7</sup>) является недостаточно научной.

Я очень рад и твоему занятию Византией и твоему желанию слушать Нидерле<sup>8</sup> — но я совсем не могу понять, отчего опять ходить около? Отчего не взять главной и прямой работой татарское нашествие? Ведь опять ты уходишь в сторону и не углубляешься в предмет и нельзя изучать эпоху, беря «подготовку» — подготовка будет подготовкой только тогда, когда ты работаешь над основной задачей, — а когда ты готовишься приступить, то эта подготовка и станет настоящим делом. И ты опять разбрасываешься. Я боюсь, что ты не делаешь нужного — для большого дела — напряжения. Может быть, тема тебя не захватывает достаточно? Тогда возьми другую — но работай над главной темой, попутно готовься. Годы уходят и создается привычка напряженно работать с известной целью, зная, чего ищешь. Я много видел людей, которые благодаря этому закапывали свой талант в землю, давали не максимум, а минимум.

Нежно и горячо обнимаю. Любящий отец.

Скажи Ниночке, что ей на днях напишу. Идешь ли выписку из Ипатьевской летописи о глазках?

P.S. Об обращении к английским и американским ученым о помощи от имени комиссии мне представляется очень неудачно<sup>9</sup>. И так русские просят — но лично, и это лучше. Не лучше ли списаться и действовать через Виноградова, Ростовцева, Гольдера<sup>10</sup>. У ученых вообще денег ведь нет или очень мало. 1 000 долларов очень большая сумма.

<sup>1</sup> Городок (департамент Сены) в 20 минутах езды поездом на север от Парижа, где Вернадские отдыхали в 1924—1925 гг.

<sup>2</sup> Русская эмигрантская газета, основанная И.В.Гессеном, А.И.Каминкой и В.Д.Набоковым; издавалась в Берлине (1920—1931).

<sup>3</sup> См.: *Вернадский Г.В.* Государственная уставная грамота Российской Империи 1820 года. Историко-юридический очерк. Прага, 1925.

<sup>4</sup> Изгоев (псевдоним, настоящая фамилия Ланде) Александр (Арон) Соломонович (1872—1935) — публицист, член ЦК кадетской партии, один из основателей Лиги русской культуры, в 1922-м выслан в Германию. В конце сентября выступил в «Рул» с нападками на Г.В.Вернадского, обвиняя его в симпатии к крепостничеству. Корреспонденция Изгоева дала повод для заметки в «Ленинградской вечерней газете» о крепостнических настроениях всего съезда русских ученых в Праге.

<sup>5</sup> Имеется в виду знаменитая формула министра народного просвещения и президента Петербургской академии наук Сергея Семеновича Уварова (1818—1855): «Самодержавие, православию, народность».

<sup>6</sup> Трубецкой Николай Сергеевич (1890—1938) — сын С.Н.Трубецкого, лингвист, философ, публицист, один из инициаторов и идеологов евразийства. Из автокомментариев В.И.Вернадского (Москва, 6 ноября 1944 г.): «Николай Сергеевич Трубецкой — филолог, сперва изучал языки Кавказа с проф. Миллером, после Ягича занял кафедру его в Венском университете. Он является творцом идеи Евразии, которой одно время в его смысле увлекся и мой Георгий. Но в своей последней сводке он избавился от элементов мистицизма и принял понятие Евразии в географическом смысле (Ancient Russia, W., 1944). Совершенно ясно, что Европа и Азия, отчасти и Африка, представляют один континент. Мне кажется, он правильно пошел под влиянием Мих. Ив. Ростовцева, чему я очень рад» (АРАН. Ф.518. Оп.2. Д.8. Л.60б.).

<sup>7</sup> Лаппо Иван Иванович (1869—1944) — историк, профессор Юрьевского университета; с 1921 в Праге, с 1932 в Литве.

<sup>8</sup> Нидерле Любор (1865—1944) — выдающийся историк-славист, археолог. Чл.-кор. Петербургской АН (1906).

<sup>9</sup> Речь идет о возможном обращении русских ученых по поводу субсидии на издание «Русского исторического сборника». Для изыскания средств была избрана комиссия из пяти человек, в которую входили Г.В.Вернадский, И.И.Лаппо, А.А.Кизеветтер, А.В.Флоровский, П.Б.Струве.

<sup>10</sup> Виноградов Павел Гаврилович (1854—1925) — историк-медиевист, академик (1914). Профессор Московского университета, один из ведущих в Европе знатоков экономической истории Англии. В 1902—1908 и с 1911 проживал в Великобритании. В 1918 принял британское подданство, активно помогал русским общественным организациям в Англии. См. также: «Мы в созвездии политических волнений». Письма П.Г.Виноградова В.И.Вернадскому 1899—1904 гг. / Пуб. В.Антощенко // Ист. архив. 2002. №2. С.129—141; Ростовцев Михаил Иванович (1870—1952) — выдающийся историк античности и археолог, академик (1917). Профессор Петербургского университета; после революции — в Англии и США; Голдер Фрэнк (Golder Frank Alfred; 1877—1929) — американский историк, библиограф; профессор; первый директор Гуверовской библиотеки русской революции (Станфорд).

## Г.В.ВЕРНАДСКОМУ

4 декабря 1924 г.  
Bourg la Reine (Seine)

Мой дорогой,

хотя и трудно тебе писать, но все же мне так дорого общение с тобой, что я всегда жду твоих писем и стараюсь быстро тебе ответить, хотя я занят не меньше тебя и поездки у меня берут немного времени меньше, а годы мои больше. Я так ве-

рю, что ты можешь дать очень много, если не будешь разбрасываться и заставишь себя вполне научно — вне своих политических и религиозных верований — относиться к предмету твоих исканий. Вполне беспристрастным, конечно, быть нельзя — но надо не переходить какой-то границы, нельзя, чтобы читателю и вдумывающемуся в твою работу казалось, что твоя работа сходит с поля научного в область волнующих вопросов дня. Это прощается только великим произведениям, как Тациту. Конечно, в твоей работе всегда отразится твоя личность с ее верованиями, но даже и для этого надо стараться стать выше. Я все боюсь того твоего отношения, какое так ярко отразилось во внешне хорошо написанной статье об унии.

По вопросу об Украинской Академии Наук<sup>1</sup> ты, мне кажется, не прав. Нельзя ее сравнивать с Российской, которая и сейчас стоит вне сравнения со всеми — закордонными и внутрирусскими научными русскими организациями. И сейчас я вижу, что ее научная работа — и качественно и количественно — вполне сравнима с такими большими европейскими организациями, как Institut de France или Kaiser Wilhelm Institute. А Украинская Академия, начатая среди революции и работающая в советских условиях, все же сделала и делает большую работу, конечно, иного масштаба, это надо сознавать. Киев никогда не был очень интенсивным центром научной работы — а работа украинская — во Львове была одно время заметной только на почве украинской истории<sup>2</sup>. Мне кажется, ты не справедлив по отношению к Украинской Академии. Сравни ее работу научную с работой — ну, скажем, всей русской эмиграции в Праге — но не сравнивай с такими большими учреждениями, как Российская Академия. Между прочим, среди всех стеснений — ее рост продолжается, но внутри, кажется, неважно.

Я все же с некоторым страхом смотрю на твой подход к татарам<sup>3</sup>. Конечно, старые работы часто заключают верные мысли. Но старые воззрения на Азию и Восток не могли быть верны, разве как догадка. Подход со стороны права кажется мне вообще опасным. Ведь татары долго были не мусульманами — и какие тут произошли изменения — едва ли ты сможешь оценить. Ты ведь совсем не юрист по своему укладу мысли. Книга Ламанского<sup>4</sup> (кажется, в Сборнике Русского Исторического Общества) у меня в руках была. Но там для старого — XIII—XV веков ты едва ли что найдешь. Кажется, ближе были генуэзцы (Каффа). Все это материал для истории Крыма и Украйны, а не завоевания Руси. Литературу ты, конечно, найдешь и в библиографиях Крымского<sup>5</sup>, и у Грушевского<sup>6</sup>. Интересны — но, кажется, очень мало — католические данные. Кое-что есть у Beazley в истории географии<sup>7</sup>. Возьми историю торговли Neud'a<sup>8</sup>. Но все это более новое время, чем то, которое ты захватываешь.

Положение русских профессоров и студентов до июля обеспечено. После — неясно, и мне кажется, многое зависит от переменчивого будущего. Устоит ли Herriot<sup>9</sup> и как сложится будущее большевистского правительства. Как будто его положение подходит к кризису.

Нежно обнимаю. Горячо любящий тебя отец.

О татарах есть любопытные данные у Драгоманова и Антоновича<sup>10</sup>: Исторические песни мало-российского народа.

<sup>1</sup> В.И.Вернадский был одним из основателей и первым президентом Украинской академии наук, открытой в 1918 г.

<sup>2</sup> Имеется в виду деятельность Научного общества им. Т.Г.Шевченко (Наукове товариство ім. Шевченка), созданного во Львове в 1892 г. и явившегося первой национальной украинской научной институцией академического типа. В 1903 г. В.И.Вернадский был избран членом общества. Во главе общества в разные периоды стояли М.С.Грушевский, С.Томашевский и др. Ликвидировано в 1939 г. Возобновило деятельность в эмиграции; восстановлено во Львове в 1989 г.

<sup>3</sup> Подробнее см.: *Вернадский Г.В.* Монгольское иго в русской истории // Евразийский временник. 1927. Кн.5. С.153—164; републиковано: Наш современник. 1992. №3. С.158—164.

<sup>4</sup> Ламанский Владимир Иванович (1833—1914) — известный славист, публицист, академик Петербургской АН (1900). Один из идеологических предтеч евразийства, впервые употребил термин «Евразия». Возможно, речь идет о его книге «Les secrets d'État de Venise», опубликованной в 1884 г. в «Записках историко-филологического факультета Петербургского университета».

<sup>5</sup> Крымский Агафангел Евфимович (1871—1942) — востоковед, профессор Лазаревского института восточных языков в Москве, один из организаторов Всеукраинской академии наук, ее непреходящий секретарь (1918—1928).

<sup>6</sup> Грушевский Михаил Сергеевич (1886—1934) — выдающийся украинский историк и общественный деятель; первый президент Украинской Народной Рады. В 1919—1924 гг. в эмиграции. Академик Всеукраинской академии наук (1923) и АН СССР (1929).

<sup>7</sup> По-видимому, имеется в виду книга известного английского ученого сэра Чарльза Раймонда Бизли (1868—1955) «Early Christian Geography» (L., 1896).

<sup>8</sup> Возможно, имеется в виду неоднократно издававшаяся книга: Heyd W. von (1823—1906) «Histoire de commerce du Levant au moyen-âge».

<sup>9</sup> Эррио Эдуард (1872—1957) — премьер-министр Франции, установивший дипломатические отношения с СССР.

<sup>10</sup> Драгоманов Михаил Петрович (1841—1895) — социолог, публицист, деятель украинского национально-демократического движения; Антонович Владимир Бонифатьевич (1834—1908) — украинский историк, археолог, этнограф. Один из родоначальников украинской историографии, профессор русской истории Университета св. Владимира в Киеве (с 1878). В письме упомянуто их совместное издание (Т.1—2. Киев, 1874—1875).

## Г.В.ВЕРНАДСКОМУ

14 апреля 1925. Bourg la Reine (Seine)

Мой дорогой,  
вчера я написал Ниночке подробно о ходе моей работы. Как ты видишь, она еще находится в неопределенном положении и двигается очень медленно. Все эти недели оставил в стороне во-

прос о давлении живого вещества, который должен войти как часть в мой отчет Фонда Розенталя<sup>1</sup>, но который я хочу в отрывках некоторых главных выводов напечатать отдельно.

Много я думал это время над общими вопросами, связанными с религией и с положением России. Я вновь углубился в религиозные вопросы — в связи со своим отношением к идее и к чувству Божества и своим пониманием тех теологических религиозных представлений, которыми человеческая личность пытается охватить области, лежащие в своей сущности вне слов, логических выражений и конкретных образов.

Я очень не люблю высказываться по религиозным вопросам; может быть, потому, что если бы вступить в эти области душевной жизни, нужно было бы им отдаться всецело, а я захвачен другой — по моему глубочайшему убеждению — неразрывнейшим образом связанной с религиозным переживанием, но менее индивидуальной — научным исканием...

Твое предложение (которое теперь отпадает, т.к. мое письмо к Мухину напечатано) участвовать в «Евразийском Сборнике» меня заставило почувствовать конкретно, может быть, неправильность того, что я не оставляю в логических образах, на бумаге, мои мысли и переживания, связанные с религиозным бытием мира, которые никогда во мне не угасали и никогда не переставали меня захватывать с тех пор, как я себя помню. И мне хотелось высказать это тебе и Ниночке, самым мне дорогим. Может быть, я это и сделаю как-нибудь в письме к тебе и объясню, почему я никак не могу участвовать в православном сборнике. Я считаю себя очень религиозным человеком, но моя религиозная жизнь едва ли подойдет к какой бы то ни было конкретной вере, к христианству, в частности — не говоря уже об отдельных, исторически сложившихся верованиях, какими являются православие, католичество или протестантские церкви и общины... Мне с моей точки зрения распрей из-за таинств, обряды или земные выявления этих церквей кажутся очень далекими от основного содержания религиозной жизни...

Не знаю, когда у меня будут силы и время набросать в связной форме то, что в моей душе создано в этой области и выявить, почему я, не являясь христианином, в то же время отношусь с величайшим почитанием и глубоким смирением ко всем его проявлениям — не большим, впрочем, чем к другим великим отражениям религиозного бытия мира, какими являются другие великие религии, и те удивительные в этом смысле достижения, которые выявлены в Индии. Если останусь жив — может быть, эти вопросы набросаю: раньше почти никогда не думал этого делать.

Теперь мне хочется еще сказать несколько слов о другом вопросе, затронутом в письме твоём и Ниночкином. Это о моем ближайшем будущем. Есть сейчас три возможные практические пути. 1)

Продление Фонда Розенталя, 2) устройство в чешском университете и 3) возвращение в Россию — в Петербург или Киев — в среду академий.

Мне кажется — учитывая все, было бы лучше всего устроиться в Праге — но не на эмигрантском положении, а в чешском университете. Я не знаю, сможет ли Славик что-нибудь сделать. Но мои соображения сейчас следующие и они связаны для меня с вопросами нравственного характера. Я считаю себя вправе совершенно не считаться с общественной стороной жизни в тех случаях, когда этого требуют интересы более близкого и доступного мне творчества, каким для меня является научное искание. И потому, когда я подошел к тому вопросу, в котором, мне казалось, может достигнуто и именно мной, а не другим, что-то новое — я совершенно не считался с общественной стороной жизни — в широком ее понимании — по отношению к научной и культурной работе — и совсем ее оставил в стороне. Отошел от всего и весь отдался этой работе.

Если бы мне удалось организовать широкую постановку геохимической работы или исследование живого вещества — я бы также себя считал бы в этом отношении вполне правым.

Сейчас вопрос меняется. Так или иначе вопрос об элементе X, паризии или что там есть<sup>2</sup>, придет к решению в ближайшее время, и в то же время ясно, что организовать исследование живого вещества или геохимическое в большом масштабе мне не удастся из-за недостатка средств. Один я здесь далеко не уйду, особенно в мои годы.

Фонд Розенталя дает мне возможность прожить в научной работе еще год и больше ничего.

При этих обстоятельствах для меня становится сомнительным правильность — вернее, не греховность — того отхода от жизни моей страны и моего народа, который я совершил в этот тяжелый период его истории.

Его моральный вес для меня меняется в этой новой выяснившейся обстановке, и, мне кажется, мне придется изменить тот образ моих действий, какого я до сих пор придерживался.

Как-то летом Ферсман<sup>3</sup> мне писал, что он не понимает и не представляет себе научную работу, не связанную с Россией и вне России, и для него наука дорога и близка только как русская. В такой форме я с ним не согласен — но, конечно, в научной работе нельзя долгое время быть вне ее той или иной формы национального движения. Можно быть вне только, когда это оправдывается ее же — науки — интересами.

Сейчас главная научная творческая русская (и украинская) работа идет в России, и в ней в этот момент особенно дорога каждая живая сила, могущая работать. В конце концов в этой работе творится будущее России, ею создается то, что не дает возможности укрепиться в ней большевизму и создается вечная ценность, не зависящая от рамок жизни, каковы бы они ни были.



Встреча Вернадского с дочерью Ниной и внучкой Таней в Праге. 1933 г.

Я не буду на этом останавливаться — но для меня ясно, что, кто может, должен научно работать в России, ибо сейчас там идет — что бы здесь ни говорили — большое творческое строение и получаются — вопреки большевистскому укладу жизни — большие достижения.

Но я не могу не смотреть и в ближайшее будущее, и с этой точки зрения я считаю, что сейчас, в тот момент, когда создается и подымается научная славянская работа, на славянских ученых нашего времени лежит большая задача пред будущим.

Русско-украинский вопрос, мне кажется, может быть правильно решен только в славянском масштабе, и будущее русской науки может быть закреплено в Западной Европе — русская наука может получить настоящую, ей реально отвечающую силу только в этом же масштабе. И я хотел бы сейчас, если это возможно, войти в современную



славянскую научную организацию. Получить такую возможность в Праге было бы для меня важным — но для того, чтобы иметь реальную силу, я должен получить это положение не в русской (или украинской) эмиграционной организации, а в чешском университете, как Францев<sup>4</sup>, Кондаков и т.д. Только тогда мой голос будет иметь тот вес, который бы я хотел, чтобы он имел...

Я думаю, что благодаря Угорской Руси положение русских в Чехии и в этом отношении во многом по существу иное, чем в других славянских странах, если не брать Польши, где оно связано с борьбой иного порядка, но имеет общие черты.

Объяснять все это очень долго — и я боюсь, что многое, что я тебе пишу, может тебе показаться непонятным — но для меня ясно, что — при известном отношении к делу — сейчас здесь может быть многое создано, чего я не вижу, чтобы кто-нибудь делал, и, мне кажется, многое не создается. А между тем надо, чтобы это делалось.

15.IV.925

Возвращение в Россию — до сих пор для меня не отрезанное — связано, между прочим, с тем, что я — по всей обстановке, как оно произошло, не сделал сам ни одного шага для его изменения. Очень может быть, что это в ближайшее время выяснится. Принципиально я считаю мое возвращение вполне допустимым.

Перечитал, что я тебе написал вчера вечером, и вижу, что не выразил ясно свою мысль, а между тем переделывать нет времени. Вернусь позже.

Еще два замечания. Во-первых, я очень ясно чувствую огромную моральную ответственность, которая сейчас лежит на каждом из нас во всех таких ответственных решениях. Момент жизни страны очень серьезен, и нельзя при решении основываться на настроениях и даже своих идеалах будущего. Будущее слагается, очевидно, не так, как этого хотелось бы.

Второе это то, что общее положение науки в мире таково, что нужна организованная самостоятельность ученых. Для достижения мировой организации ученых надо быть независимо поставленным в жизни, для того, чтобы иметь возможность в ней действовать и иметь вес. В этом отношении положение русского ученого-эмигранта, зависящего от эмигрантской помощи или же находящегося в таком неопределенном положении, как я, не дает возможности поднять это дело, как я бы того хотел. Если бы я был богат или имел институт исследований живого вещества или же был

бы связан с чешским университетом — мое положение в мировой обстановке науки было бы иное. Для этой деятельности много затруднений дает и положение в России — но все же оно в этом отношении лучше положения ученого-эмигранта.

Обо многом бы хотелось написать тебе — но до другого раза. Твою статью в Сборнике Струве<sup>5</sup> прочел сейчас же, как получил (Сборник (я думал, что это ты послал — кого благодарить?). И я ею в общем недоволен. Зачем было ее писать, т.к. она дает очень мало. Это черновой набросок, вроде многих статей Струве. Мне представляется основная мысль, связанная с представлением о нормах права как каких-то внеисторических формах, вредной модернизацией. Я ее еще раз перечту, но едва ли это первое неблагоприятное впечатление сгладится. Ведь все твое настроение — кажется, даже не новое в литературе — рухнет, если признать, что наши современные правовые понятия не могут быть переносимы в историческое время и среду, где они не существовали...

По поводу Евразийства хочется еще отметить, что мне представляется странным и фактически и исторически неверным отождествлять православие и Россию. Православный ли русский народ? Ведь то, что мы видим, вскрыло перед всем миром его религиозную инертность, понятную только при допущении неправильности старых представлений о его чрезвычайной религиозности... Не надо преувеличивать: огромная часть русских и России — не православные и православным надо завоевывать потерянное.

Нежно целую. И так письмо разрослось, а осталось чувство, что не высказал, что хотел.

Нежно обнимаю. Твой любящий тебя отец.

<sup>1</sup> Итоговый отчет задумывался как книга «La matière vivante dans la biosphère», где Вернадский впервые приводил формулы размножения жизни. Частично эти материалы вошли в его статьи на русском и французском языках, изданные в 1920-е годы. Недавно отчет опубликован: *Вернадский В.И.* Живое вещество и биосфера / Сост. Ф.Т.Яншина. М.: Наука, 1994. С.555—602.

<sup>2</sup> В.И.Вернадский предполагал возможность открытия нового химического элемента. Подробнее см.: *Трифонов Д.Н., Харитонов А.Н.* «Паризий» и «азий» Владимира Вернадского // *Вопр. истории естествознания и техники.* 1995. №1. С.146—150.

<sup>3</sup> Ферсман Александр Евгеньевич (1883—1945) — минералог, один из основоположников геохимии, ученик и коллега Вернадского. Академик РАН (1919)

<sup>4</sup> Францев (Францов) Владимир Андреевич (1867—1942) — историк, профессор Варшавского университета, в эмиграции жил в Чехословакии

<sup>5</sup> См.: *Вернадский Г.В.* Замечания о юридической природе крепостного права // *Сб. ст., посвящ. П.Б.Струве.* Прага, 1925.

## Архивные SMS-ки

«Бог — в деталях», — утверждают одни, другие (не менее аргументированно) приписывают это свойство Сатане. Как бы то ни было, совершенно очевидно, что удачно найденная или подобранная «деталь» едва ли не важнейшая составляющая проектной конструкции любого исследователя.

Новая «архивная деталь» зачастую способна взорвать или, по крайней мере, существенно поколебать казавшиеся незыблемыми историко-научные построения. Поэтому главной героиней нашей новой рубрики «Архивные SMS-ки» (SMS — short message service) будет именно она. Здесь мы собираемся публиковать отдельные архивные документы в надежде, что они пригодятся какому-нибудь из «строителей» истории науки и будут просто любопытны всем читателям нашего журнала.

### Признание доктора Мандта

С момента появления в России лейб-медиков, т.е. личных врачей самодержцев, эту должность почти всегда занимали медики западного происхождения. Положение такого врача было исключительно сложным и амбивалентным. Чужеземец, которому одновременно не доверяли как потенциальному шпиону или «отравителю», но в то же время и не могли без него обойтись, в силу профессии оказывался посвященным в самые тайные, абсолютно запретные для других сферы жизни российских правителей. Особенности службы невольно превращали его в «интимного друга», а часто и советчика венценосных особ.

Тайны их жизни и смерти всегда представляли собой одни из самых привлекательных и загадочных сюжетов отечественной истории. Так, легенда о «превращении» скончавшегося императора Александра I (1777—1825) в сибирского старца Федора Кузьмича до сих пор время от времени возрождается и начинает будоражить дотошные умы. Обстоятельства смерти императора Николая I (1796—1855), хотя и не породили столь разветвленной мифологии, как в случае кончины его брата, также остаются весьма туманными.

В архиве выдающегося отечественного историка, академика Евгения Викторовича Тарле (1875—1955)\* сохранилось лю-

\* Архив РАН. Ф.627 (Тарле). Оп.5. Д.39. Л.1—10б.

Моя мать Александра Ивановна Досса урожденная Михельс, неоднократно делилась со мной <sup>своими</sup> воспоминаниями о расказе Д-ра Мандта, посвященном последним дням жизни императора Николая I. Сообщила она мне следующее: отец ее, мой дед, прибывший в начале прошлого века из Грейфсвальда в Петербург, встретился в Петербурге со своим земляком доктором Мандтом, состоявшим лейб-медиком императора Николая I. Мандт, с которым отец был в дружбе,

бопытное свидетельство Ф.Досса, существенно дополняющее картину последних дней жизни Николая I:

«Моя мать, Александра Ивановна Досса, урожденная Михельс, неоднократно делилась со мной своими воспоминаниями о расказе доктора Мандта, посвященном последним дням жизни императора Николая I. Сообщила она мне следующее: отец ее, мой дед, прибывший в начале прошлого века из Грейфсвальда в Петербург, встретился в Петербурге со своим земляком доктором Мандтом, состоявшим лейб-медиком императора Николая I. Мандт, с которым отец был в дружбе, часто бывал в их доме. Во время одного из таких

посещений, уже после смерти Николая I, дед мой с беспокойством обратил внимание на негодование дочери императора великой княжны Марии Николаевны, угрожавшей Мандту репрессиями за то, что он отравил Николая I. Мандт со своей стороны успокаивал его и, прикладывая руку к своей груди, сказал: «Не волнуйтесь, у меня имеется документ, который меня вполне предохраняет от всяких неожиданностей», вынул свой бумажник и достал из него собственноручный приказ императора о приготовлении для него яда. Вскоре после этого доктор Мандт покинул Петербург и уехал в Германию».

С.М.С.

# Новости науки

## Астрофизика

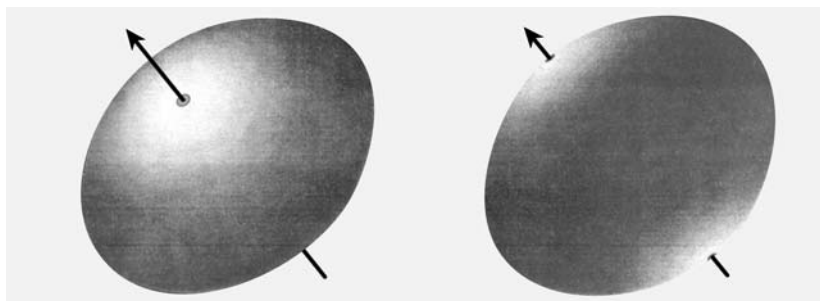
### Самая сплюснутая звезда

«Нет ничего проще звезды!» — сказал лет 70 назад один астрофизик, воодушевленный тем, что физическая теория верно описывает основные свойства звезд. Но его коллега возразил: «Если на вас посмотреть с расстояния в несколько световых лет, то и вы покажетесь чрезвычайно простым». С тех пор это колкое замечание постоянно оправдывается: чем больше мы изучаем звезды, используя новые технические методы, тем сложнее и интереснее они выглядят. Это касается не только внутреннего строения, но и внешнего облика звезд. Причем внешне — в первую очередь. Теперь уже авторы учебников остерегаются писать: звезда — газовый шар. Некоторые звезды вовсе не шарообразны.

Именно это подтвердило недавнее измерение формы звезды Ахернар (Альфа Эридана), сделанное с помощью нового интерферометра Очень большого телескопа (VLTI) Европейской южной обсерватории на горе Параналь в Чили<sup>1</sup>. Наблюдения проводились между 11 сентября и 12 ноября 2002 г. с использованием двух вспомогательных 40-сантиметровых телескопов, располагавшихся на двух взаимно перпендикулярных базовых линиях длиной 66 и 140 м. Хотя астрономы и предполагали заметить сжатие звезды, вызванное ее вращением вокруг своей оси, однако результат измерений оказался ошеломляющим: экваториальный радиус Ахернара более чем на 50% превосходит полярный.

Напомним: вращение Солнца с периодом около месяца приво-

<sup>1</sup> ESO Press Release 14/03. 11 June 2003.



Модели трехмерной фигуры Ахернара.

ESO PR Photo 15c/03

дит к столь ничтожному сжатию его фигуры, что астрономам до сих пор не удалось заметить отличие формы Солнца от шара. Суточное вращение Земли вызывает вполне заметное сжатие — ее экваториальный радиус на 21 км (0.3%) больше полярного. Но сплюснутость Ахернара значительно превзошла ожидания астрофизиков. Простые модели внутреннего строения звезд не могут объяснить наблюдаемый феномен. Это новый вызов теории, требующий привлечения особых предположений о состоянии звезды, таких как наличие сильных меридиональных течений на ее поверхности и неоднородного вращения на разных глубинах.

Первая попытка измерить форму быстро вращающейся звезды была предпринята в 1974 г. Х.Брауном (H.Brown), который наблюдал звезду Альтаир с помощью интерферометра интенсивностей в Наррабри (Австралия). Хотя был измерен угловой размер этой и еще нескольких десятков других звезд, различить их форму не удалось. Лишь недавно группа астрономов под руководством Дж.Т.ван Белле (G.T. van Belle) с помощью Паломарского экспериментального интерферометра определила

отношение осей Альтаира, составившее в проекции  $1.14 \pm 0.03$ . Для звезды, вращающейся на экваторе со скоростью 240 км/с, это нормально. А поскольку Ахернар, как показывает форма линий в его спектре, вращается примерно с той же скоростью, то и для него ожидалось приблизительно такое же отношение осей видимой фигуры звезды.

Международная группа астрофизиков из Франции, Германии и Чили под руководством А.Де Соудза (A.D.de Souza) измеряла форму Ахернара в ближнем ИК-диапазоне, на волне 2.2 мкм, получив за 20 ч наблюдений около 20 тыс. интерферограмм звезды. Ее видимая форма близка к эллиптической с большой осью  $2.53 \pm 0.06$  мс дуги и малой осью  $1.62 \pm 0.01$  мс дуги. С учетом расстояния до звезды в 145 св. лет оказывается, что ее максимальный и минимальный диаметры в  $12.0 \pm 0.4$  и  $7.7 \pm 0.2$  больше солнечного, а отношение осей равно  $1.56 \pm 0.05$ . При этом следует помнить, что мы видим проекцию, а значит, это отношение меньше истинного, поскольку наклон экваториальной плоскости сплюснутого вращением эллипсоида к лучу зрения наблюдателя округляет фигуру звезды.

Есть и другие причины, делающие видимую ее форму округлой. Например, у сплюснутых вращением звезд яркость полярных областей повышена по сравнению с экваториальными.

Ахернар — рядовая звезда главной последовательности, ее спектральный класс В3, а масса в шесть раз больше солнечной. Почему она так сильно сплюснута — загадка. В рамках простой модели однородно вращающейся звезды центробежная сила не могла дать такой эффект. Теперь слово за теорией.

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

## Астрофизика

### УФ-излучение в межзвездной среде

Одна из актуальных проблем современной астрофизики — установление природы сильной полосы поглощения космического излучения при его прохождении через скопления межзвездной пыли (максимум полосы приходится на 217.5 нм, а ширина в отдельных наблюдениях достигает 70 нм). Наиболее естественно считать виновниками этого явления мельчайшие углеродные частицы (кластеры), ведь углерод — основной элемент космической пыли. Однако многочисленные попытки получить в лабораторных условиях кластеры с полосой поглощения, подобной космической, до сих пор были безуспешными. Правда, эти эксперименты дали очень важный побочный результат: при их проведении обнаружены поверхностные сфероидальные углеродные структуры, впоследствии названные фуллеренами (открытие удостоено Нобелевской премии по химии 1996 г.). Но спектры поглощения фуллеренов в УФ-области совершенно не соответствуют результатам космических наблюдений.

Несколько лет назад было высказано предположение, что поглощать космическое излучение

могут углеродные структуры, образующиеся в результате электронного облучения частиц аморфного графита или алмаза нанометровых размеров, — онионы (от англ. onion-like — подобные луковице, поскольку представляют собой несколько вложенных друг в друга сфер либо сфероидов). Недавно эта гипотеза нашла подтверждение в эксперименте, выполненном группой исследователей из США, Англии, Японии и Южной Кореи. Онионы получали, пропуская импульсный разряд между погруженными в воду (или жидкий азот) графитовыми электродами. Образовавшуюся суспензию очищали ультразвуковой обработкой, высушенный порошок отжигали на воздухе в течение 20–60 мин при температуре 600°C. Пленку из углеродных «луковиц» (их диаметр составлял от 3 до 50 нм) наносили на кварцевую подложку. Измерения показали, что максимум спектра поглощения полученного материала в УФ-диапазоне расположен около 220 нм, а ширина его, в зависимости от длительности отжига образца, варьирует от 60 до 80 нм. Таким образом, есть все основания считать источником поглощения космического излучения онионы, образующиеся в межзвездных пылевых туманностях в результате облучения частиц аморфного углерода быстрыми космическими частицами.

The Physical Review Letters. 2003. V.90. P.155504 (США); [http://perst.issph.kiae.ru/inform/perst/3\\_13/index.htm](http://perst.issph.kiae.ru/inform/perst/3_13/index.htm)

## Астрономия

### Солнце разорвало комете хвост

В ноябре 2002 г. астрономы, работающие на Гавайских островах по программе NEAT (Near Earth Asteroid Tracking — Слежение за околоземными астероидами), обнаружили существование неизвестной кометы, получившей название C/2002V1, а неофициальное — NEAT. Ее свечение постепенно становилось все более ярким, так что в феврале 2003 г. в не-

бе Северного полушария Земли его можно было наблюдать после захода Солнца в обыкновенный бинокль.

18 февраля 2003 г. комета прошла на расстоянии «всего» 14.8 млн км от светила, т.е. примерно в четверти дистанции, отделяющей Солнце от ближайшей к нему планеты Меркурий. В то же время комета оказалась в поле зрения приборов космического аппарата «SOHO» («Solar and Heliospheric Observatory»), запущенного в 1995 г. совместными усилиями НАСА США и Европейского космического агентства. Это совпало с началом мощной магнитной бури на Солнце. Под воздействием бури и потока солнечного ветра космическая среда вокруг кометы разогрелась примерно до 1000 К. Вслед за тем у кометы образовался необычайно широкий пылевой хвост, окруженный ионизованными газами. Таким образом, NEAT стала ярчайшей из всех 600 и даже более комет, наблюдавшихся когда-либо с помощью широкоугольного спектрометрического коронографа LASCO (Large Angle and Spectrometric Coronagraph), работающего на борту спутника «SOHO». Этот прибор способен регистрировать процессы, происходящие во внешней атмосфере Солнца и в солнечном ветре. При первых же признаках неординарности событий Центр космических полетов им. Годдарда НАСА передал на «SOHO» команду усилить наблюдение за кометой и ее взаимодействием с Солнцем. В частности, заданная командой более короткая фотоэкспозиция позволила увидеть те детали, которые были бы неразличимы в ярком сиянии самой кометы. Столь подробных изображений потока заряженных частиц, извергаемых Солнцем и бомбардирующих поверхность небесного тела, получить еще никогда не приходилось.

Удалось зафиксировать также взаимодействие с окрестностями кометы двух гигантских корональных выбросов Солнца, двигавшихся со скоростью около 100 км/с. Дальнейшие наблюдения позволили проследить, как край

одного из выбросов «подмял» под себя плазменный хвост кометы. При этом хвост разорвался и приобрел форму вилки. Одна часть ионизованного хвоста продолжила движение вместе с головой кометы, а вторая заструилась вдоль края пылевого хвоста, подчиняясь, по мнению астрофизика Дж.Морилла (J.Morill; Морская обсерватория в Вашингтоне), магнитной структуре солнечного выброса.

Сейчас комета NEAT ушла в дальний космос, следуя по орбите, которая приведет ее опять в наши края лишь через 37 тыс. лет.

Science. 2003. V.299. №5612. P.1497 (США).

## Планетология

### «Cassini» завершил изучение Юпитера

15 октября 1997 г. в далекий путь отправился автоматический межпланетный аппарат «Cassini», созданный совместными усилиями ученых и инженеров НАСА США, Европейского и Итальянского космических агентств. Сначала «Cassini» дважды прошел в окрестностях Венеры, затем под Новый, 2001-й, год сблизился с Землей, потом пролетел мимо Юпитера и, наконец, устремился к Сатурну, обращаться вокруг которого он начнет 1 июля 2004 г.

Шесть месяцев, проведенные «Cassini» в относительной близости к Юпитеру, позволили наблюдать его мощную магнитосферу, а также многочисленные естественные спутники и кольца. Весьма подробные фотографии самой планеты и ее лун были присланы на Землю. Этот семиметровый аппарат снабжен приборами для проведения 12 различных орбитальных экспериментов. Кроме того, на его борту размещен зонд «Huygens», которому 14 января 2005 г. предстоит совершить посадку на величайшем из спутников Сатурна — Титане; зонд пройдет сквозь его атмосферу, собирая в пути образцы газа и частиц.

Многое из того, что предстоит сделать «Cassini», восполнит пробелы, возникшие, когда на аппара-

те «Galileo» отказала радиоантенна и система связи не смогла передать на Землю значительную часть данных, касающихся метеорологических процессов на Юпитере.

Первые результаты анализа изображений Юпитера, его атмосферы, спутников и колец, полученных «Cassini», были опубликованы большой группой специалистов во главе с К.Порко (C.Porco; Юго-Западный исследовательский институт в Боулдере). Телекамеры сделали со сравнительно близких расстояний около 26 тыс. изображений самой планеты и ее системы. В момент наибольшего сближения с Юпитером дистанция составляла 9.72 млн км, что равно 136 радиусам планеты. Разрешение достигало 58 км. Правда, это несколько уступает качеству снимков, полученных при пролете мимо планеты аппаратов «Voyager» в 1979 г. и недавно — «Galileo». Зато «Cassini» вел съемку в течение полугода, что особенно важно для изучения динамики атмосферы.

На Юпитере обнаружены зональная система ветров, конвективные штормы, выиснены характеристики низкоширотной верхней атмосферы, полярной стратосферы, прослежено развитие полярных сияний в его северном полушарии. Составлено описание ранее не известных пылево-газовых эмиссий, поднимающихся с поверхности его естественных спутников — Ио и Европы; получены первые детальные изображения малых спутников — Гималии, Метиды и Адрастеи — и главного кольца вокруг Юпитера, состоящего из мелких частиц; собраны данные о природе таких частиц.

Авторы признают, что пока еще рано на основании полученной информации делать окончательные выводы о характере полюсов и воронок, видимых в атмосфере Юпитера. Неясно, образуются ли они в результате конвективных штормов, постепенно перерастающих в четко организованные системы, заметные даже с Земли.

Изображения полярных регионов Юпитера были смонтированы в единый фильм, благодаря чему

открыто новое явление: по мере приближения к полюсам полосы в атмосфере становятся все менее различимы, зато обретают видимость сотни воронок, взаимодействующих друг с другом. Такие мелкие объекты к северу от 60° то возникают, то через несколько недель исчезают. Огромный темный овал величиной с Большое красное пятно разрастается, в его центре появляется яркое ядро, затем овал начинает вращаться по часовой стрелке, при этом он вытягивается, утончается и наконец пропадает. Возможно, это связано с некими явлениями в мощной магнитосфере планеты: там, где все это происходит, заряженные частицы радиационных поясов вторгаются в атмосферу, вызывая яркие полярные сияния. Чтобы проверить гипотезу, ученые намерены провести аналогичные наблюдения на Сатурне.

Полярные сияния наблюдались одновременно с борта «Cassini» и Космического телескопа «Хаббл». Подтверждено, что район их распространения на ночной стороне планеты крупнее, чем на дневной.

Киносъемка очень слабых свечений и неплотных колец Юпитера подтвердила предположения, согласно которым крошечные спутники Метиды и Адрастея (возможно, и другие) служат непосредственным источником частиц, образующих кольца (пылевые частицы с поверхности этих небесных тел выбиваются при их бомбардировке метеоритами). Опровергнута гипотеза, утверждающая, что частицы колец имеют неправильную форму — она близка к сфере; такой вывод удалось сделать благодаря съемкам кольца под различными углами.

Успех экспериментов позволяет возлагать еще большие надежды на изучение Сатурна: в задачу «Cassini» входит четырехлетнее орбитальное присутствие рядом с этой далекой планетой, посещавшейся до сих пор лишь аппаратами «Pioneer» (1979) и «Voyager» (1980 и 1981).

Science. 2003. V.299. №5612. P.1529, 1541 (США).

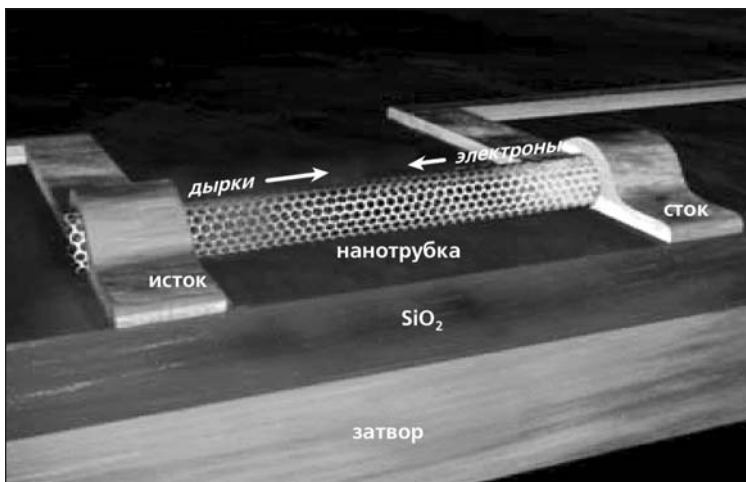
**Физика**

**Электролюминесценция на углеродных нанотрубках**

На углеродных нанотрубках впервые получена электролюминесценция (просто люминесценцию, когда испускание света инициировалось внешним освещением, ранее уже наблюдали). Исследователи из фирмы IBM локализовали на поверхности кремниевого кристалла, покрытого 150-нанометровым слоем SiO<sub>2</sub>, одиночную трубку диаметром 1.4 нм и подключили ее по схеме полевого транзистора. Роль затвора играла подложка, на которую подавали электрическое смещение, а сток и исток присоединялись к концам нанотрубки. Такая конструкция обеспечила встречную инжекцию электронов и дырок с концов прибора.

В соответствии с величиной запрещенной зоны трубки (которая зависит от ее диаметра) диапазон излучения перекрыл ближнюю инфракрасную область спектра (включая технически важную длину волны 1.5 мкм). Исследователи полагают, что, изменяя диаметр и характеристики оксидного слоя подложки, можно варьировать параметры излучения и эффективность люминесценции.

Science. 2003. V.300. P.783 (США); [http://perst.issph.kiae.ru/inform/perst/3\\_10/index.htm](http://perst.issph.kiae.ru/inform/perst/3_10/index.htm)



Подключение углеродной нанотрубки по схеме полевого транзистора.

**Биология**

**Кооперация бактерий и возникновение многоклеточности**

Чтобы представить, каким образом в эволюции могла возникнуть многоклеточность, надо понять, какие преимущества дает одноклеточным организмам объединение в нечто целое и какие отрицательные для них последствия могут при этом возникнуть. По всей видимости, в процессе естественного отбора сохраняются только те многоклеточные образования, которые способны выиграть в конкурентной борьбе у исходных одноклеточных форм. Можно ли проверить это в экспериментах? Оказывается, можно — на бактериях, которые при размножении образуют мат — сплошной пласт клеток, связанных между собой через студенистые оболочки, состоящие главным образом из полисахаридов. Возникновение подобных «многоклеточных» структур, по видимому, выгодно бактериям (они лучше держатся на субстрате и менее подвержены воздействию «хищников»), хотя и требует дополнительных затрат на выработку склеивающих полимеров. Следует отметить также, что соединенным вместе клеткам труднее получать из окружающей среды питательные вещества и выводить в нее продукты метаболизма.

Интересные результаты экспериментов недавно опубликовали П. и К.Райни из Оклендского университета (Новая Зеландия)<sup>1</sup>. Объектом их исследования были бактерии *Pseudomonas fluorescens*, которые дают разные генетически закрепленные формы, отличающиеся видом колоний при высеве на агар-агар. В частности, известны две формы: SM, образующая «ровные» колонии (smooth), и WS, растущая в виде «морщинистых» колоний (wrinkly spreader). При длительном культивировании предкового клона SM в жидкой (но не перемешиваемой) питательной среде в нем за счет мутирования появляются специализированные формы, в том числе и WS, которая формирует плавающий на поверхности мат. В стабильной (не перемешиваемой и не встряхиваемой) среде эта особенность оказывается очень выгодной. Дело в том, что в толще жидкости возникают анаэробные условия (весь кислород потребляется сильно размножившимися бактериями), а соединенные студенистыми оболочками клетки формы WS имеют доступ к кислороду воздуха, поскольку держатся на границе раздела водной и воздушной сред. Но действительно ли клон WS расплавляется за эти преимущества, и если да, то чем? Сравнив скорости роста популяций SM и WS, культивировавшихся по отдельности в стандартных условиях, экспериментаторы обнаружили разницу. В первые 24 ч, при обилии ресурсов, численность обеих форм увеличивалась экспоненциально, но популяция WS заметно отставала по скорости роста от SM. Данное обстоятельство, впрочем, не мешало WS быть весьма эффективным конкурентом, способным внедряться в зрелую культуру SM (для этого достаточно попадания единичных клеток), а через некоторое время и доминировать по численности.

Далее авторы предположили, что в мате, образуемом WS, с большой степенью вероятности могут

<sup>1</sup> Rainey PB, Rainey K. // Nature. 2003. V.425. P.72—74.

появиться «обманщики» (cheats), которые сами не вырабатывают студенистые клейкие вещества (и не несут связанные с этим затраты), но держатся на плаву (в прямом и переносном смысле этого слова) благодаря своим соседям. В экспериментах при культивировании формы WS через пять дней в ней и в самом деле появились мутанты, определенные как «дефектные» формы. Они размножались так же быстро, как форма SM, но не давали скоплений. На то, что «дефектные» формы к тому же и «обманщики», указывают результаты эксперимента по их культивированию — как изолированному, так и совместно с типичной WS. Именно в последнем случае численность «обманщиков» росла быстрее. Однако их присутствие отрицательно сказывалось на плавучести мата: он тонул под меньшим грузом мелких стеклянных шариков, чем образованный обычной чистой культурой WS.

Авторы публикации пришли к выводу, что кооперативные взаимодействия, которые проявляются в формировании матов, не редкость в мире микробов. Закрепление же в эволюции свойств, позволяющих бактериям это делать, поддерживается «отбором родичей» (kin selection), т.е. тем типом естественного отбора, которым традиционно объясняют происхождение альтруизма<sup>2</sup>. Суть его в том, что, жертвуя собственными интересами для общего блага, «альтруисты» способствуют передаче потомству генов, общих для той группы родственников, к которой сами относятся.

© Гиляров А.М.,

доктор биологических наук  
Москва

## Эволюционная биология

### Глобальные процессы и эволюция беличьих

Представители семейства беличьих (Sciuridae) встречаются на всех континентах, кроме Антарктиды. Специалисты насчитывают

<sup>2</sup> Hamilton W. // J. Theor. Biol. 1964. V.7. P.1—52.

до 273 видов, принадлежащих 51 роду семейства. Образ жизни этих грызунов может быть наземным, полудревесным, древесным (а животные из подсемейства летяговых способны и к планирующему полету); есть среди них «карлики» массой 15 г и «гиганты», достигающие 7.5 кг.

Американские биологи-эволюционисты Дж.Мерсер и Л.Рот (J.Mercer, L.Roth; Дьюкский университет в Дареме, штат Северная Каролина) около 10 лет исследовали беличьих, в том числе сравнивали морфологию различных видов. Результат оказался неожиданным: белка крошечная (*Exilisciurus moorei*), обитающая главным образом на о.Калимантане (Малайский архипелаг), стала самостоятельным видом намного раньше, чем считалось (это подтвердилось при анализе ДНК трех крупнейших родов семейства). Кроме того, в ходе исследований выяснилось, что все летяговые произошли от одного предка, причем это подсемейство выделилось сравнительно недавно.

Всего Мерсер и Рот изучили 50 родов беличьих: их морфологию, адаптивность, родственные связи видов и родов. Сопоставление полученной информации с геологическими, геофизическими, геотектоническими и палеометеорологическими данными показало, что чаще всего выделение новых родов и видов совпадало по времени с крупнейшими геологическими или метеорологическими переменами на Земле. (Например, в Южную Америку из Северной беличьи пришли лишь после образования перешейка между континентами; в новых природных условиях стали образовываться новые роды и виды.) Это, разумеется, можно отнести не только к беличьим. По мнению французского эволюциониста Э.Дузери (E.Douzery; Университет в Монпелье), данное исследование показывает связь между глобальными изменениями и эволюцией видов животных.

Science. 2003. V.299. №5610. P.1165 (США); [www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/1079705](http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/1079705)

## Экология. Герпетология

### Стерилизация поможет?

Стерилизация становится все более популярным способом решения некоторых экологических проблем, созданных человеком. В последние годы ее начали применять в качестве эффективного и относительно гуманного метода регуляции численности бездомных собак и кошек. Но, оказывается, стерилизацию можно использовать и в решении других задач.

Уже два десятилетия герпетологи и экологи на о.Гуам ведут борьбу с древесной змеей — коричневой бойгой (*Boiga irregularis*). Во время второй мировой войны она была завезена сюда из Австралии. Неожиданно быстро и широко распространившись, она стала причинять серьезный вред как местной фауне, так и человеку. Подсчитано, что бесчинство иноземной хищницы уже привело к исчезновению девяти эндемичных видов птиц и двух видов ящериц. Бойга не оставляет надежд на выживание и одной из редких фруктоядных летучих мышей.

Люди тоже страдают от бойги. Зарегистрировано более полутора тысяч сбоев в электроснабжении: вездесущие змеи то и дело заползают в трансформаторные установки. Хотя эта змея и относится к условно ядовитым (яд смертелен лишь для заглатываемой добычи), ее укусы вызывают довольно серьезные последствия, особенно у детей.

Конечно, идеальное решение — полное изгнание вторженцев. Но это, по-видимому, нерешаемая задача. Пока усилия специалистов-герпетологов сосредоточены на вылове змей, чтобы хоть как-то сдерживать их экспансию; на создании ловушек и репеллентов, защищающих от бойг особо уязвимые сооружения и места обитания редких животных; на разработке мер, исключающих возможность проникновения опасной змеи за границы захваченного ею острова.

Для решения последней задачи как раз и подходит стерилизация.

Ф. и К.Кволлс (F. and C.Qualls; Университет штата Огайо, США), участвующие в специальном проекте «Коричневая бойга», провели исследование, которое показало, что наложение лигатуры (перевязки) на гемипенисы (копулятивные органы у самцов пресмыкающихся) приводит к безопасной и надежной стерилизации. Этот метод технически прост и эффективен. Его несомненное достоинство — возможность легко отличить стерилизованное животное. Предполагается, что с Гуама будет разрешено вывозить только стерилизованных самцов, что существенно уменьшит вероятность расселения опасных коричневых бойг в новых местах.

Herpetological Review. 2002. Т.33. №3. P.185–187 (США).

## Охрана природы

### Земноводные и пресмыкающиеся в зоомагазинах

Все знают о «каменных джунглях» Нью-Йорка, но обычно забывают о том, что этот огромный и яркий город США расположен в одноименном штате, где есть не только автодороги и небоскребы, но и вполне еще дикая природа. Пристрастно охраняемая.

В фауне штата Нью-Йорк насчитывается 75 видов земноводных и пресмыкающихся, из которых 29 относятся к нескольким категориям особо охраняемых. Специалист в области охраны природы С.Хон (S.Hohne; Нью-Йоркский университет в Олбани) решила проверить, в какой степени розничная торговля животными может влиять на местную герпетофауну.

Оказывается, в штате Нью-Йорк зарегистрировано 711 зоомагазинов. Проведя опрос в 100 случайным образом выбранных торговых точках, Хон установила, что земноводных и пресмыкающихся предлагают покупателям в 45 из них. Выяснилось, что в продажу, по крайней мере изредка, поступает 15 особо охраняемых видов местной герпетофауны.

Продаются даже виды, на владение которыми требуется специальная лицензия.

Количество экземпляров одного вида, продаваемых в одном магазине за год, достигало 1 тыс., а в среднем составляло 60. Усредненная цена одного животного — 15 долл. США. Дешевле всего ценятся лягушки — в среднем 5 долл., саламандры — 10, ящерицы — 11, черепахи — 14, змеи — 34; самая дорогая — 83 долл. — змея *Heterodon platirhinos*, из числа особо охраняемых видов. Наиболее часто продаются водные черепахи.

Поставщики указывали, что все эти животные отловлены на территории других штатов или получены в результате разведения в неволе. Однако действующие правила торговли не предполагают разделения продаваемых животных по месту их происхождения и в принципе запрещают торговлю видами определенных статусов.

Таким образом, несмотря на массовое увлечение экзотическими видами животных, местные земноводные и пресмыкающиеся тоже находят широкий покупательский спрос, что стимулирует их отлов в природе. Обескураживающе низкий уровень осведомленности персонала, связанного с торговлей животными, о действующих ограничениях на продажу видов местной фауны требует разработки специальной образовательной программы.

Herpetological Review. 2003. Т.34. №1. P.23–27 (США).

## Охрана природы

### Спасти антилопу чирю

Антилопа оронго, или чирю (*Pantholops hodgsoni*), обитавшая до XX в. на всех высокогорных равнинах Центральной Азии, теперь сохранилась лишь в некоторых районах Тибета (на территории Индии и Китая), но и там оказалась под угрозой полного уничтожения. Хотя охота на чирю запрещена Вашингтонской конвенцией, от рук браконьеров ежегодно гибнет около 20 тыс. живот-

ных, что может привести к их полному исчезновению уже через два-три года. Нарушителей закона привлекает уникальная шерсть этих антилоп, которая используется для изготовления очень дорогих шалей «шахтуш» (средняя цена 16 тыс. евро). Только в Индии торговля ими дает средства к существованию 500 тыс. человек. В штатах Джамма и Кашмир продажу этих шалей запретили, но спрос туристов на них по-прежнему велик.

Недавно индийские службы конфисковали 215 кг шерсти чирю. Для получения такого количества сырья нужно было истребить около 3 тыс. животных. Защитники природы видят возможный путь спасения чирю в продуманной рекламе шалей «пашмин», связанных из шерсти кашмирской козы. Terre Sauvage. 2003. №184. P.18 (Франция).

## Геофизика

### Звуки со дна океана

Еще в апреле 1998 г. Р.Дзяк и К.Фокс (R.Dziak, C.Fox; Объединенный институт по изучению ресурсов моря при Университете штата Орегон в Ньюпорте, США) обратили внимание на то, что по водам Тихого океана откуда-то распространяются звуковые сигналы низкой частоты. Эти акустические волны регистрировались сейсмостетью в течение 3.3 года с перерывом в шесть месяцев. Число таких односторонних сигналов к настоящему времени достигло почти полусотни.

К наблюдениям привлекли американские сейсмические и акустические станции с гидрофонами, разбросанными у побережий Алеутских о-вов, Запада США, приэкваториальных Гавайев, у многочисленных японских островов и вплоть до Полинезии, уже по южную сторону экватора. Такая широкая сеть позволила установить, с какого именно места распространяются во все стороны звуковые волны.

Как оказалось, их источник находится на дне Тихого океана, скорее всего в районе о.Иводзима



(25°с.ш., 140°в.д.), входящего в архипелаг Волкано. Точнее определить пока невозможно: этот архипелаг насчитывает около десятка островов, и все они, как видно из самого названия, имеют вулканическое происхождение. Особенно подходящей кажется область подводной горы Кайтоку — по существу подводного вулкана.

По всей видимости, под островами архипелага идут мощные магматические процессы, чреватые подземно-подводным извержением. Ранее подобные явления, характеризующиеся колебаниями частотой около 10 Гц и многочисленными обертонами, были неизвестны для подводного вулканизма. Кроме того, возможность улавливать периодические толчки на таких огромных расстояниях — дело весьма редкое, касается ли это «сухопутных» или подводных вулканов.

Bulletin of the Global Volcanism Network. 2003. V.28. №6. P.11 (США).

## Климатология

### Климат Прибалтики за последнюю тысячу лет

Попытку выяснить характер изменений климата за последние 1000 лет в Прибалтике предприняли Г.М.Барнинова, Е.В.Краснов, С.И.Зотов (Калининградский государственный университет) и И.И.Борзенкова (Государственный гидрологический институт, Санкт-Петербург). Проанализировав различные материалы, в том числе палеогеографические данные, исторические хроники (742—1914 гг.), летопись необычных природных явлений на Руси и в Западной Европе, составленную по фольклорным и рукописным источникам, они подтвердили уже известный ученым вывод: в этот период Европа пережила три климатические эпохи: малый климатический оптимум (VIII—XII вв.); малый ледниковый период (XIII—XVIII вв.) и современное потепление, черты которого стали проявляться во второй половине XIX в.

Потепление начала последнего тысячелетия привело в Прибалтике к изменению влажности и некоторым сдвигам в развитии растительности. Так, зона выращивания винограда шагнула на 4—5° широты к северу и вышла к Балтийскому морю. Виноград культивировался в северных районах Германии и даже в Латвии. Повышение температуры в раннем средневековье способствовало достаточно плотной заселенности Прибалтийского региона, о чем свидетельствуют грунтовые могильники куршей, пруссов, скальвов и других этносов в западнобалтийском ареале их расселения.

В малый ледниковый период внутрисезонная изменчивость климата начала увеличиваться, чаще повторялись наводнения, дождливая погода, засухи. Зимы стали более суровыми. Особенно ярко эти изменения проявились в начале XIV в., когда замерзло Балтийское море. В зимние сезоны 1305/1306, 1338/1339, 1348/1349, 1356/1357 гг. люди переходили по льду из Швеции в Данию, а из Латвии ездил на санях в Швецию. В то же время с конца XIII в. из-за холодных и влажных летних условий, частых наводнений и заболачивания территория Прибалтики, примыкающая к современным Куршскому и Калининградскому заливам, по-видимому, становится непригодной для заселения, что косвенно подтверждается отсутствием археологических памятников XIV—XV вв. на этом пространстве. Самыми холодными оказались последние десятилетия XVIII и начало XIX в. На XVIII в. пришлось также исключительно большое по сравнению с предшествующими столетиями количество экстремальных климатических явлений.

О современном потеплении в Прибалтийском регионе можно судить достаточно обоснованно, поскольку регулярные метеорологические наблюдения ведутся в Санкт-Петербурге с 1725 г., Вильнюсе — с 1777 г., Варшаве — с 1779 г., Риге — с 1796 г., Таллине

— с 1806 г., Кёнигсберге — с 1848 г., Тарту — с 1876 г.

Анализ информации о температуре воздуха позволил выделить несколько волн ее изменения за последние два века. Вторая половина XVIII в. характеризуется резкими колебаниями и низкими значениями среднегодовой температуры воздуха: 5°С и ниже — в Вильнюсе в пятилетие 1786—1790 гг., 2,8°С — в Санкт-Петербурге в десятилетие 1781—1790 гг. Холодными были и два десятилетия начала XIX в. Так, в Варшаве среднегодовая температура воздуха за 1811—1820 гг. была на 0,7° ниже средней многолетней за весь ряд наблюдений, а самая низкая (4,7°С) отмечена в 1829 г. В Кёнигсберге самые низкие температуры за период инструментальных наблюдений пришлось на 1867—1871 гг. и составили около 6°С. Особенно холодными в начале XIX в. были в Санкт-Петербурге 1809 г. (средняя температура 1,2°) и 1810 г. (средняя температура 1,3°).

Потепление климата, начавшееся в конце XIX в. на всей территории Прибалтики почти одновременно, усилилось в последнее двадцатилетие XX в. В Калининграде средняя температура за 1979—1998 гг. составила 7,5°С, в Варшаве — 8,4°С и оказалась на 0,7—0,8° выше, чем за последнее двадцатилетие XIX в.

На всех семи станциях период с 1988 по 1998 г. был наиболее теплым по сравнению с другими отрезками временного ряда. Самая высокая среднегодовая температура воздуха за весь период инструментальных наблюдений пришлось на 1989 и 1990 гг. (положительная аномалия в Калининграде в 1989 г. составила 2°, в 1990 г. 2,2°; в Варшаве 2,1 и 2,0° соответственно).

Изучение истории изменения климата в Прибалтийском регионе позволяет более точно и аргументированно оценить причины и возможные последствия современного потепления.

History of Oceanography: Abstracts of the VII International Congress on the History of Oceanography. Kaliningrad, 2003. P.428—429.

# К горизонтam познания

В.Г.Сурдин,

кандидат физико-математических наук

Государственный астрономический институт им.П.К.Штернберга  
Москва

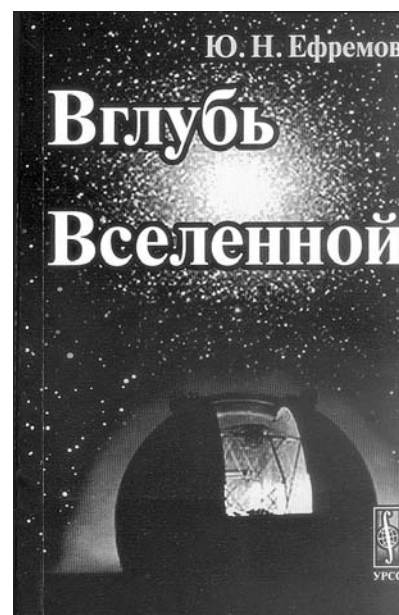
Это научно-популярная книга по астрономии, а точнее — по звездной астрономии, изучающей распределение звезд в пространстве, их движение и эволюцию. В книге высокопрофессионально и доступно рассказано об основных достижениях в изучении звездного мира, включая нашу и другие галактики, о новых методах и полученных с их помощью результатах, о нерешенных проблемах и открывающихся перспективах.

Однако содержание этой книги не ограничено чисто научными рамками. Это еще и публицистическое произведение, рассказывающее о судьбе науки, ее взаимодействии с обществом, роли и месте ученого, истории цивилизации на Земле, поиске разума (и даже сверхразума) во Вселенной, загадке молчания Космоса и смысле категорического императива Канта... Обычно столь широкий охват тем характерен для работ, изданных за счет автора. Но можете не сомневаться: эта книга вышла из-под пера всемирно признанного профессионала, внесшего заметный вклад почти в каждую из затронутых им проблем. «Не обращайтесь внимания на заголовки, это хорошая книга», — говорил когда-то Я.Б.Зельдович, рекомендуя первое издание своему коллеге. В нынешнем издании книга

стала еще лучше, а по поводу ее названия могу лишь согласиться со словами академика.

В предыдущих изданиях книга Ю.Н.Ефремова называлась «В глубины Вселенной». Новому изданию автор дал и обновленное название, видимо, желая подчеркнуть (вопреки формальным законам языка), что повествование теперь развивается не столько в геометрическом смысле — в глубину пространства, сколько в философском — к основанию явлений. И это мне кажется вполне оправданным: мы часто слышим об открытии новых астрономических объектов и явлений, но гораздо реже — о новом, более глубоком понимании происходящих в космосе процессов. Общий тираж предыдущих трех изданий книги превысил 225 тыс. экз. По нынешним временам — фантастика! Тираж последнего издания всего 2 тыс. Но поскольку окончательные тиражи теперь определяются спросом, хочу рассказать о книге подробнее, в надежде, что интересующиеся не пропустят ее.

Астрономам не надо представлять Юрия Николаевича Ефремова. Профессор МГУ, сотрудник Государственного астрономического института им. П.К.Штернберга давно уже снискал профессиональный авторитет и симпатию астрономов и любителей этой науки во многих уголках мира. Он желанный и уважаемый гость на самых престижных кон-



**Ефремов Ю.Н.** ВГЛУБЬ ВСЕЛЕННОЙ. ЗВЕЗДЫ, ГАЛАКТИКИ И МИРОЗДАНИЕ. Изд. 4-е, существ. перераб.

М.: Едиториал УРСС, 2003. 264 с.

© Сурдин В.Г., 2004

ференциях: его книги читают на разных языках, его работы в области космогонии стали классикой. Автору с таким научным багажом пора бы с олимпийских высот поучать юнцов; но в своих многочисленных выступлениях — печатных и устных — Ефремов всегда просто и радостно делится новыми находками в любимой науке.

Беря в руки очередное издание книги, которая сопровождала тебя добрую половину жизни, испытываешь смешанные чувства: радость от встречи со старым товарищем и настороженность в ожидании нового. Но подозрение в «замшелости» книги даже не шевельнулось во мне, ибо, работая многие годы бок о бок с Ефремовым, я ни минуты не сомневался, что в руках у меня не «новое издание», а новая книга. Так и оказалось. Книга выросла вместе с автором, сохранившим энтузиазм первопроходца, но значительно расширившим область своих интересов.

Есть мнение, что астрономия — древняя, а потому омертвевшая наука. Подобное утверждение трудно оспорить, тем более, что солидный возраст нашей науки проявляется не только своими плюсами, но и минусами: один из них — архаичность астрономической терминологии. Но что касается тезиса об «омертвлении» небесной науки, то лучшего ответа, чем книга Ефремова, не найти. «Будущее принадлежит астрономии» — название одной из глав и девиз всей книги. Речь идет прежде всего о том, что сейчас вновь, как в XVIII в., астрономия питает физику. Недавние наблюдения за превращениями солнечных нейтрино (у них все же есть масса покоя!) заставили физиков взяться за глубокую ревизию теории элементарных частиц. Возможности ускорителей ограничены, а космология дает все больше данных о процессах сверхмалого масштаба при сверхвысоких энергиях. Как пишет Ефремов, Вселенная становится ныне ускорителем не толь-

ко для бедных (известные слова Зельдовича), но и для самых богатых людей. Экстремальные значения полей — гравитационного и магнитного, которые никогда не будут получены в земных лабораториях, мы уже имеем в изучаемых астрономических объектах — черных дырах, магнитарах, гиперновых звездах.

Кстати, несмотря на классический характер рецензируемой книги, в ней под новым углом зрения рассматриваются и некоторые экзотические объекты. Так, в главе «Загадка звездных дуг» обсуждается гипотеза автора книги о связи мощных взрывов гиперновых звезд — вероятных родителей знаменитых гамма-всплесков — со звездными комплексами необычной дугообразной формы. Эта идея достаточно спорна, о чем можно было судить год-два назад по сдержанным улыбкам астрономов, присутствовавших на докладах Ефремова. Каждый из профессионалов живет в мире «своих» объектов исследования, воспринимая остальные как некие бестелесные призраки — любопытные, но существующие как будто в параллельных мирах. Журналисты часто говорят о «зоопарке космических объектов», имея в виду их разнообразие. Но этот образ отражает и отношение самих астрономов к объектам космоса: скажем, изучая слона в клетке, исследователь не ожидает встретить там гиену или обезьяну — у каждого своя ячейка, в которой работают профессионалы. И только широкий кругозор позволяет увидеть взаимосвязь объектов разного типа. Идея Ефремова о влиянии взрывов гиперновых звезд на процессы звездообразования в галактиках сегодня обросла множеством фактов, заставляющих относиться к ней как к очень интересной гипотезе.

Рецензируемая книга интересна для широкого круга естествоиспытателей. Знакомство Ефремова с гигантским «зоопарком астрономических объектов» позволяет ему находить связи между, казалось бы, далекими явления-

ми, «проходящими по разным департаментам» нашей науки. В эпоху узкой специализации это качество особенно ценится в научных коллективах. А читателю книги это дает чувство сопричастности, вызванное тем, что на широком полотне рассказа о Вселенной удастся детально рассмотреть тонко выписанные объекты. Возникает доверие к автору как к путешественнику, вернувшемуся из дальних стран и своими глазами видевшему все, о чем он рассказывает.

В предыдущих изданиях описывалось то, как астрономы решают сложнейшие задачи своей науки: определяют расстояния до звезд, выясняют особенности строения звездных систем, их возраст и эволюционный статус. Одной из главных тем было открытие Ефремовым объектов нового типа — звездных комплексов, имеющих характерный размер более тысячи световых лет и содержащих молодые звезды и межзвездное вещество в количестве нескольких миллионов масс Солнца [1].

Сейчас звездные комплексы рассматриваются как фундаментальные ячейки формирования звезд. Новые данные, полученные за последние годы наземными и космическими телескопами, заставили пересмотреть роль звездных комплексов как исходных ячеек звездообразования. Нет сомнения, что такие комплексы существуют, что их свойства тесно связаны с глобальными свойствами родительской галактики, что сами они во многом определяют ее видимую структуру, являясь наиболее массивными гравитационно связанными частями, из которых «построены» спиральные рукава. Однако звездообразующая роль комплексов не уникальна: к 2003 г. накопилась критическая масса фактов, указывающих, что звезды формируются в иерархически структурированных объектах различного масштаба — от двойных систем до сверхассоциаций, — не отдавая предпочтения ни одному из них. В этой, возможно, фрактальной структуре

нашлось место и для звездных комплексов. Этот новый взгляд еще предстоит многократно проверить, но уже ясно, что с такой позиции удастся состыковать многие ранее разрозненные факты. Как это нередко бывает, научно-популярная книга в идейном смысле опередила профессиональные монографии.

Книга Ефремова дает нам новое понимание процессов, наблюдаемых в жизни звезд, и новое видение задач, стоящих сегодня перед исследователями. Одной из еще не до конца осознанных астрономами является загадка двухмодового характера звездообразования. Как известно, большая часть звезд более или менее однородно рассеяна по Галактике, образуя так называемое звездное поле. Меньшая часть сосредоточена в плотных, гравитационно связанных скоплениях. Существует ли различие в генезисе этих двух звездных населений? Поскольку скопления содержат в основном молодые звезды и постепенно разрушаются, долгие годы казалось (в том числе и автору этой рецензии), что все звезды поля — выходцы из скоплений. Было исследовано множество причин разрушения скоплений на разных этапах их эволюции, и проблема казалась в принципе разрешимой. Однако исследования нескольких соседних галактик, проделанные Ефремовым и его коллегами, убедительно показали, что существует два характерных типа звездообразования: либо в виде скоплений, либо в виде рассеянных звезд. Хотелось бы понять причину этого явления.

Не могу не отметить одну немаловажную особенность рецензируемой книги: она демонстрирует определенные перспективы для отечественной астрономии. Радужными их назвать нельзя, скорее — реальными. Зарубеж-

ные научные центры (не только на Западе, но даже в Китае и Индии) за последние годы построили десятки крупных, великолепно оснащенных телескопов, значительно отодвинув нас с переднего края. К счастью, низкую техническую оснащенность отчасти могут компенсировать терпение и труд ученого. Одним из приложений «астрономического долготерпения» служат исследования переменных звезд, в которых мы лидируем до сих пор. Достаточно напомнить, что всемирный каталог переменных звезд уже более 50 лет поддерживается в Москве (теперь он доступен через Интернет) [2]. Наши астрономы — безусловные лидеры в изучении «маяков Вселенной» — переменных звезд-цефеид, позволяющих точно определять расстояния до галактик, исследовать динамику их спиральной структуры и проследивать эволюционные изменения у самих звезд. Поддерживая эту традицию, мы умудряемся без дополнительного финансирования вносить достойный вклад в мировую науку. Хочется надеяться, что нашего идейного багажа, не подкрепленного современной техникой, хватит еще надолго.

В заключение два слова об издательстве, выпустившем эту книгу. Молодое московское издательство УРСС, которое основали выпускники физического факультета МГУ, уже имеет вес в мире научной книги. Издательство привлекает авторов высокой технической квалификацией своих сотрудников и способностью идти на коммерческий риск, правильно оценивая читательский спрос, прежде всего, на естественнонаучную литературу. Как автор нескольких книг, подготовленных в издательстве УРСС, могу отметить надежность и благожелательность его руководителей по отношению к авторам.

Разумеется, у издателей научной литературы сейчас нелегкая жизнь: низкие тиражи практически не приносят прибыли, а государство почти устранилось от помощи, если не считать средств, поступающие из Российского фонда фундаментальных исследований. Поэтому научный книгоиздатель выживает как может. Здесь и низкое качество бумаги и печати, и отсутствие цветных иллюстраций (и это для астрономов, «имеющих что показать!»). Но есть один индикатор, который не требует больших затрат, но должен расти год от года, — качество редакторской подготовки. К сожалению, последнее время в продукции издательства УРСС чувствуется торопливость и небрежность. Это обидно, особенно если учесть, что многие книги в переводе на испанский УРСС распространяет за рубежом, представляя нас таким образом на международном уровне.

В рецензируемой же книге можно встретить отступления от ГОСТа в обозначениях величин, неканонические транслитерации фамилий, невысокое качество некоторых иллюстраций; попадаются неразъясненные аббревиатуры и опечатки. Большинство из них заметны лишь профессионалу, но книгу такого уровня хотелось бы видеть безукоризненной.

Всем, кто интересуется астрономией, стоит прочитать книгу Ефремова: в ней много новых фактов и идей. Известный американский астроном Цецилия Пэйн-Гапошкина говорила: «Тот, кто решается толковать об эволюции звезд, должен быть оптимистом и обладать чувством юмора. Астрономы и являются неисправимыми оптимистами». Прогресс в понимании устройства Вселенной дает повод для оптимизма и автору, и рецензенту. ■

## Литература

1. Ефремов Ю.Н. Очаги звездообразования в галактиках. Звездные комплексы и спиральные рукава. М., 1989.
2. Сайт <http://www.sai.msu.su/groups/cluster/gcvs/> в Интернете.

**Астрономия**

**К.В.Иванов.** НЕБЕСНЫЙ ПОРЯДОК. Тула: Гриф и К, 2003. 164 с.

Основным предметом историко-научных исследований всегда были массивы записей. Книга представляет чрезвычайно своевременную попытку осознать глубокие психологические (антропологические, физиологические) корни рождения знаковой фиксации наблюдения. Предмет исследования — сам творческий процесс появления астрономической записи, а тема — интуитивное восприятие ее человеком.

В книге в хронологической последовательности описана история развития и особенности зрительного восприятия небесного пространства и его объектов, а также наиболее важные качественные изменения, связанные с изобретением телескопа и фотографии.

Автор обращает внимание читателя на самый первый шаг в построении рациональных моделей действительности — превращение данных чувственного опыта в знак, поддающийся прочтению и трансляции. Показано, как восприятие небесных объектов становится фиксацией факта, как использование того или иного набора символических (абстрактных) и художественных кодов приводит к возникновению особого астрономического языка.

Значительная часть книги посвящена оценке статуса графического изображения в астрономии. С применением современных технических приспособлений возникла необходимость в новых графических кодах. Они рассмотрены автором, во-первых, с точки зрения реконструкции механизма их «изготовления», во-вторых —

с точки зрения их пригодности для трансляции астрономического знания.

**Ботаника**

**И.А.Губанов, К.В.Киселева, В.С.Новиков, В.Н.Тихомиров.** ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ РАСТЕНИЙ СРЕДНЕЙ РОССИИ. Т.2. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технологических исследований, 2003. 665 с.

Трехтомный определитель подготовлен сотрудниками кафедры ботаники биологического факультета Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова и представляет собой универсальное иллюстрированное руководство для изучения сосудистых растений Средней России.

В первом томе, вышедшем в 2002 г., описаны папоротники, хвощи, плауны, голосеменные и покрытосеменные однодольные (см.: Природа. 2002. №8). Второй том содержит характеристику около 500 видов растений и ключи для определения 56 семейств двудольных: от ивовых до кизиловых, а также гречишные, маревые, гвоздичные, лютиковые, крестоцветные, розоцветные, бобовые, зонтичные. Приведено 554 их черно-белых изображений. Планируется выпустить третий том.

Отделы, классы и семейства растительного царства расположены в порядке широко распространенной в России системы А.Энглера. Роды внутри семейств и виды внутри родов приведены в алфавитном порядке латинских названий. Во всех трех томах будет размещено свыше 1600 рисунков сосудистых растений, произрастающих в регионе.

**Естествознание**

**В.П.Бондарев.** КОНЦЕПЦИЯ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ. Учебное пособие для студентов вузов. М.: Альфа-М, 2003. 464 с.

Дисциплина «Концепция современного естествознания» с середины 90-х введена в учебные планы вузов. Однако в 2000 г. появились новые образовательные стандарты и были разработаны примерные программы курса. Потребовалось учебное пособие, учитывающее уже сложившийся опыт изложения материала и в то же время соответствующее новым стандартам.

Цель этого учебника — познакомить студентов гуманитарных специальностей с естественнонаучной картиной мира и показать ее значение в духовной и материальной жизни общества и каждого человека в отдельности. Многие идеи, на которых строится современное естествознание, были сформулированы достаточно давно, однако их актуальность не вызывает сомнения, поэтому автор считает, что именно они должны стать базой курса. В то же время большое внимание уделяется проблемным вопросам естествознания, которые только входят в круг научных интересов ученых и ждут своего решения.

Книга стала победителем конкурса Минобразования России (2000—2001) на создание учебников по дисциплине «Концепция современного естествознания» для гуманитарных специальностей.

Автор в течение 10 лет читает курс по естествознанию в различных вузах и работает в Музее земледелия МГУ им.М.В.Ломоносова.

# Охота на китов в Антарктике

С.М.Игнатъев,

кандидат биологических наук

Институт биологии южных морей им.А.О.Ковалевского  
Севастополь (Украина)

Охота на китов — одно из древнейших занятий человека. Однако к середине XIX в. северная популяция китов была в значительной степени уничтожена. Благодаря появлению парового флота, изобретению гарпунной пушки\* и открытию новых промысловых районов в южных антарктических водах этот древний промысел обрел новую жизнь. Опыт первой мировой войны показал, что сырье, получаемое из исполинов моря, имеет стратегическое значение — не столько как продукт питания, сколько в силу уникальных свойств китового жира (ворвани), добавление которого в смазочные масла обеспечивало их морозостойкость.

В начале XX в. были предприняты первые попытки раздела Антарктики. К тому времени стало ясно, что воды, окружающие Антарктический п-ов, — одно из основных мест откорма гладких китов, полосатиков, горбачей и кашалотов, а также многочисленного морского зверя (тюленей, морских слонов и морских котиков). Большие скопления пелагических эуфагиевых раков в антарктических водах служили пищей для китов.

\* Двухдюймовая гарпунная пушка была изобретена в 1867 г. Снабженная компрессором, она позволяла добывать малых полосатиков.

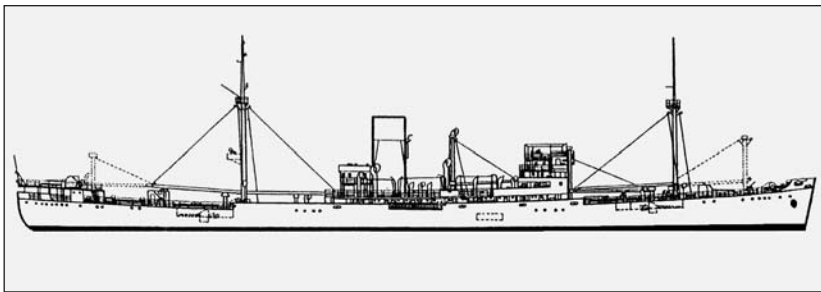
© Игнатъев С.М., 2004

По завершении первого колониального раздела (конец XIX — начало XX в.) взоры великих держав обратились на юг, где лежал ничейный континент. И когда антарктический китовый промысел в этих водах начал приносить существенный доход (до 50% мирового), возникли территориальные претензии. Многочисленные национальные экспедиции того периода стремились получить для своих стран большие права на антарктические земли. Воды к западу от Антарктического п-ова, который британцы именовали Землей Грейма, стали местом соперничества великих морских держав. В 1903—1904 гг. Французская Антарктическая экспедиция на шхуне «Франсе» под руководством Ж.-Б.Шарко открыла здесь большинство островов архипелага Вильгельма, а также Аргентинские о-ва, что давало возможность Франции претендовать на эти земли. Но в 1908 г. Эдуард VII объявляет британской колонией Фолклендские о-ва, передав под управление ее администрации значительные площади в Антарктике (в том числе Землю Грейма, Южные Оркнейские и Южные Шетлендские о-ва). В 1917 г. Георг V продлил британскую территорию до Южного полюса. В дальнейшем претензии предъявлялись на треугольник, вершиной которого

был Южный полюс, а сторонами — меридианы с широтой в основании. После первой мировой войны по сходному принципу были «нарезаны» сектора британским доминионам (Австралия, Новая Зеландия, ЮжноАфриканский союз), а также Франции (1924) и Норвегии (1928), причем площадь «антарктических колоний» в десятки раз превышала площадь метрополий.

Для изучения и освоения антарктических территорий в Англии создаются Комитет по исследованию и разведке зависимой земли Фолклендских о-вов (1919) и океанографический комитет «Дискавери» (1924). Последний был учрежден для наблюдения за использованием морских ресурсов и проводил исследования в интересах китового промысла. Перед войной комитет располагал двумя экспедиционными судами: универсальным исследовательским «Дискавери II», названным в честь экспедиции Р.Скотта, и китобойным «Уильям Скорсби» (в честь известного китобойного капитана, автора классических трудов о китах Атлантики) для мечения китов. В 1949 г. Комитет вошел в состав Национального океанографического института.

Но в 1925—1927 гг. о своих правах на острова Британского



Реконструкция крейсера «Пингвин».

сектора заявляет Аргентина. Она обосновывала свои претензии как «исконным правом с момента образования государства», так и результатами экспедиций 1903—1908 гг., проведенных на корвете «Уругвай». И хотя Международный трибунал в то время признал английскую принадлежность этих территорий, Аргентина с этим решением до сих пор не согласилась.

В середине 30-х среднегодовое производство ворвани в Антарктике достигло 600 тыс. т в год, для чего китобойцы (преимущественно английские и норвежские) добывали более 40 тыс. китов в год. К началу второй мировой войны антарктические воды, считавшиеся основным районом промысла китов (здесь ежегодно промыслили до 40 китобойных флотилий), с началом боевых действий оказались беззащитными от рейдеров противника. Только в декабре 1939 г. в индо-океанский сектор Антарктики, к островам Принца Эдуарда и Крозет, была направлена подводная лодка «Олимпус». В начале 1941 г. к ней присоединились крейсера «Нептун» и «Австралия». Эти боевые корабли не были приспособлены к плаванию в антарктических льдах, и их деятельность свелась к краткосрочному патрулированию. К сожалению, суда, специально построенные для работ в антарктических водах, не привлекались для охраны китобойных судов. «Дискавери II» поступил в Адмиралтейство как стороже-

вой корабль, а «Уильям Скорсби» использовался как минный тральщик.

После капитуляции Франции (1940) немцы создали на принадлежащем ей о. Кергелен секретную базу по снабжению рейдеров, действующих в южных водах, а в 1942 г. там планировалось разместить метео- и радиостанцию Кригсмарине. На юг были отправлены три рейдера, в том числе «карманный» линкор «Адмирал Шеер». 14 января 1941 г. в 300 милях восточнее о. Буве прорвавшийся в антарктические воды немецкий вспомогательный крейсер «Пингвин» захватил большую часть норвежского китобойного флота — три китобойные базы («Оле Веггер», «Солглимт» и «Пеллагос») и 11 китобойцев (только три судна избежали пленения). Добыча была велика, и если бы не активное содействие норвежских экипажей, то часть судов пришлось бы затопить. «Пингвин» отконвоировал захваченные суда на встречу с «Адмиралом Шеером», из экипажа которого были сформированы дополнительные команды. Все три базы и 8 китобойцев (из 11) немецкие команды смогли довести до портов Западной Франции. Они доставили 22 тыс. т китового жира, что значительно улучшило продовольственное положение в Германии. Из захваченных китобойцев была сформирована отдельная флотилия. Успешная операция показала не только полную беззащитность британского китового промыс-

ла, но и неэффективность морской блокады портов Германии и оккупированной Европы. Неприятным сюрпризом для англичан было активное сотрудничество с противником норвежских экипажей, которые не рассматривались немцами как пленные (после прибытия в Германию все норвежские моряки были отпущены). И хотя «Пингвин» удалось потопить в мае 1941 г., опасность появления в антарктических водах немецких и японских рейдеров серьезно рассматривалась Британским адмиралтейством на протяжении всей войны (немецкие подводные лодки наблюдались в антарктических водах и после мая 1945 г.).

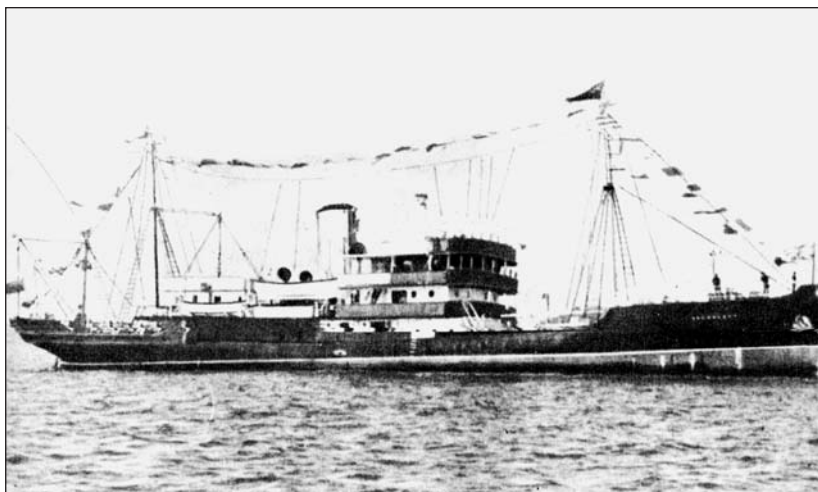
После налета «Пингуина» в регионе оставалось много британских судов. Только Южная китобойная и зверобойная компания имела здесь 2 китобойные базы и 16 китобойцев, а компания «Южная Джорджия» — 61 судно и обширную инфраструктуру (топливо, продовольствие, перерабатывающие фабрики) на островах. Для защиты китобойного флота от германских рейдеров англичане послали вспомогательный лайнер, выполнивший эту почти авантюрную операцию.

Лайнер «Королева Бермуд» в октябре 1939 г. был мобилизован с семью 6-дюймовыми и двумя 3-дюймовыми корабельными орудиями и зачислен в качестве вспомогательного крейсера британского флота. Командование было поручено Дж. Хавкинсу, высокообразованному морскому офицеру, который пришел в королевский флот гардемаринком в 1914 г. и закончил войну в 1918 г. командиром корабля. Перед началом второй мировой войны Хавкинс был откомандирован в Адмиралтейство, где заведовал операционной и картографической группой в отделе по борьбе с вражескими рейдерами и подводными лодками. Имел большой опыт плавания в Северном море.

В 1940 г. «Королева Бермуд» была переоборудована в порту Дурбан. После установки вооружения крейсер некоторое время патрулировал у берегов Южной Америки, где было много германских судов. В 41-м он был послан в море Уэдделла на защиту китового промысла. В его задачи (кроме боевого патрулирования) входило собрать британские, норвежские и аргентинские китобойные суда, рассеянные на обширной акватории, отконвоировать их в безопасные порты и уничтожить китобойную инфраструктуру, которую могли бы использовать рейдеры противника. Все это было поручено судну, абсолютно не приспособленному к суровым антарктическим условиям.

Плавание «Королевы Бермуд» проходило в крайне неблагоприятной обстановке. Погода большей частью была пасмурная: плохая видимость, холод, туманы, особенно в море Уэдделла. Хотя судно (каюты и топливные цистерны) было утеплено, палубные надстройки и орудия постоянно покрывались льдом. Соппротивление воздуха (из-за высоких бортов) затрудняло сохранение курса, однажды бортовой волной курс был изменен сразу на 10°. Штурман редко видел солнце, и определенные позиции судна при блуждающем компасе и самодельных картах было затруднено. К югу от о.Южная Джорджия попадались паковый лед, постоянно наблюдались айсберги.

Продолжив поиск, капитан Хавкинс обнаружил две китобойные базы. Следующие 12 дней были потрачены на розыск китобойцев в районе, где холодное течение моря Уэдделла, сталкиваясь с поднятиями морского дна, создавало идеальные условия для охоты на китов. Убедившись в отсутствии кораблей противника в этом районе, капитан Хавкинс (в нарушение инструкций) разрешил охоту. Крейсер, сопровождаемый тремя китобойными базами и тан-



Научно-исследовательское судно «Дискавери II».

кером, обеспечивал промысел в течение всего срока. Позже китобойцы были направлены на север, в безопасные порты.

Сама «Королева Бермуд» получила указание взять курс на Южные Шетлендские о-ва и уничтожить все, что может быть полезным противнику. Крейсер должен был заминировать проливы между островами и удобные для стоянок бухты, уничтожить склады угля, нефти и продовольствия, созданные до войны китобойными судами. 4 марта «Королева Бермуд» в не-

благоприятных условиях вошла в узкий (всего в два раз шире крейсера) пролив с сильным подводным течением. Капитан Хавкинс отмечал: «Вход в пролив был очень узкий со скалой в середине канала. Мы не имели карты устья, кроме двухдюймового квадрата на большой карте. Но капитан одного из обрабатывающих судов дал мне рисунок и совет, как войти в пролив. Это было нелегко. Когда мы отошли от острова, вход был блокирован маленьким айсбергом, и мы должны были ждать, пока



Лайнер «Королева Бермуд».

Фотографии из личного архива автора и архива 7-й Украинской антарктической экспедиции



он не отдрейфовал». Крейсер сжег склады с углем на пяти брошенных китобойных станциях, взорвал фундамент и отливные трубы нефтяных цистерн, которые он только пробил, но оставил нетронутыми. Эти действия проводились саперами, высадившимися с судна под прикрытием вооруженных матросов. Иногда нефтяные цистерны приходилось уничтожать артиллерийским огнем. Были заминированы наиболее удобные для стоянок бухты и проливы между островами (выставлено 163 мины). 8 марта

крейсер вернулся в порт Стенли (Фолклендские о-ва), где принял почту и продовольствие.

После кратковременного отдыха и ремонта, 12 марта 1941 г. крейсер прибыл в антарктические воды, где прикрывал охоту трех баз и восьми добывающих судов. 25 марта «Королева Бермуд» достигла самой южной точки своего плавания. После этого беспрецедентного похода на акватории, практически не нанесенной на морские карты, «Королева Бермуд» и конвоируемые ею суда прибыли на о.Кинг Джордж, где в хорошо защищен-

ной бухте находилась британская база с мощной радиостанцией. 5 апреля 1941 г. крейсер встретил возвращающиеся с промысла китобойные базы и отконвоировал их во Фритаун через опасные воды.

Хотя судовые журналы обрабатывающих судов и китобойцев были утеряны, анализ уцелевших материалов показал места охоты за китами в то время, что было крайне важно для промысловой статистики. Это беспрецедентный случай господства на море Королевского военно-морского флота. ■

## Литература

1. Голицын В.Б. Антарктика: Международно-правовой режим. М., 1983.
2. Дерюгин К.К. Советские океанографические экспедиции. П., 1968.
3. Ивашин М.В., Попов Л.А., Цапко А.С. Морские млекопитающие. М., 1972.
4. Масленников Б. Морская карта рассказывает. М., 1986.
5. Трешников А.Ф. История открытия и исследования Антарктиды. М., 1963.

# ПРИРОДА

Над номером работали

Ответственный секретарь  
**Е.А.КУДРЯШОВА**

Научные редакторы  
**О.О.АСТАХОВА**  
**Л.П.БЕЛЯНОВА**  
**Е.Е.БУШУЕВА**  
**М.Ю.ЗУБРЕВА**  
**Г.В.КОРОТКЕВИЧ**  
**К.Л.СОРОКИНА**  
**Н.В.УЛЬЯНОВА**  
**Н.В.УСПЕНСКАЯ**  
**О.И.ШУТОВА**

Литературный редактор  
**М.Я.ФИЛЬШТЕЙН**

Художественный редактор  
**Т.К.ТАКТАШОВА**

Заведующая редакцией  
**И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА**

Младший редактор  
**Г.С.ДОРОХОВА**

Перевод:  
**П.А.ХОМЯКОВ**

Набор:  
**Е.Е.ЖУКОВА**

Корректоры:  
**В.А.ЕРМОЛАЕВА**  
**Е.А.ПИМЕНОВА**

Графика, верстка:  
**Д.А.БРАГИН**

Свидетельство о регистрации  
№1202 от 13.12.90

Учредители:  
Президиум РАН,  
Издательско-производственное  
и книготорговое  
объединение «Наука»  
Адрес издателя: 117997,  
Москва, Профсоюзная, 90

Адрес редакции: 119991,  
Москва, ГСП-1, Мароновский пер., 26  
Тел.: 238-24-56, 238-25-77  
Факс: (095) 238-26-33  
Подписано в печать 16.12.2003  
Формат 60×88 1/8  
Бумага типографская №1,  
офсетная печать, усл. печ. л. 10,32,  
усл. кр.-отт. 67,8 тыс., уч.-изд. л. 12,2  
Заказ 7937  
Набрано и сверстано в редакции

Отпечатано в ППП типографии «Наука»  
Академиздатцентра «Наука» РАН,  
121099, Москва, Шубинский пер., 6