



₹

12

2007

НИЗКИХ И ВЫСОКИХ



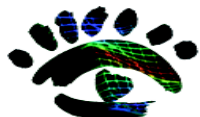


Sandro del Prete 2002



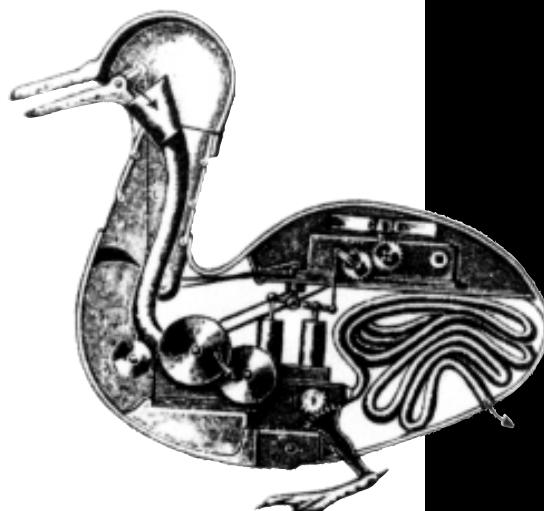
*Читатели могут  
весьма расслабленно относиться  
к новостям о виновности  
либо невинности политиков,  
но истории про погоду неизменно  
вызывают бурный отклик.*

*Терри Пратчетт*



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —  
картина «Рациональный производитель детского молока»  
художника Сандро дель Прета как нельзя лучше описы-  
вает получение продуктов питания в искусственной био-  
сфере. Читайте об этом в статье «Жизнь в заточении».





Зарегистрирован  
в Комитете РФ по печати  
19 ноября 2003 г., рег. ЭЛ № 77-8479

#### НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

**Главный редактор**  
Л.Н.Стрельникова  
**Заместитель главного редактора**  
Е.В.Клещенко  
**Ответственный секретарь**  
М.Б.Литвинов  
**Главный художник**  
А.В.Астрин

#### Редакторы и обозреватели

Б.А.Альтшулер,  
В.С.Артамонова,  
Л.А.Ашкинази,  
В.В.Благутина,  
Ю.И.Зварич,  
С.М.Комаров,  
Н.Л.Резник,  
О.В.Рындина

#### Технические рисунки

Р.Г.Бикмухаметова

#### Агентство ИнформНаука

О.О.Максименко,  
Н.В.Маркина,  
О.Б.Баблицкая-Каменева  
textmaster@informnauka.ru

Подписано в печать 3.12.2007

#### Адрес редакции:

105005 Москва, Лефортовский пер., 8

#### Телефон для справок:

(495) 267-54-18,  
e-mail: redaktor@hij.ru

Ищите нас в интернете по адресам:

<http://www.hij.ru>;  
<http://www.informnauka.ru>

При перепечатке материалов ссылка  
на «Химию и жизнь — XXI век»  
обязательна.

# 30



Ошибаются те, кто считают  
муравьев тупыми биороботами...



# 34

Жизнь в заточении — это путь  
к покорению космоса.

## Химия и жизнь — XXI век



Экспедиция Института географии  
АН СССР отправилась к Земле  
Франца-Иосифа 21 июня 1957 года,  
а закончила работу — 31 июля  
1959 года.

### ИНФОРМНАУКА

|                                            |   |
|--------------------------------------------|---|
| ШЕЛЬФОВЫЙ МЕТАН В АРКТИКЕ .....            | 4 |
| ВОДОРОД И НАНОНИТИ В ОДНОМ ФЛАКОНЕ .....   | 4 |
| ГЛАЗНОЕ ДНО: ПРАВДА В КРИВОМ ЗЕРКАЛЕ ..... | 5 |

### ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

#### Е.Клещенко

|                                                                 |   |
|-----------------------------------------------------------------|---|
| ГЕНОМ ЧЕЛОВЕКА ЗА ТЫСЯЧУ ДОЛЛАРОВ, ИЛИ МЕЧТАТЬ<br>ПОЛЕЗНО ..... | 6 |
|-----------------------------------------------------------------|---|

### ФИЛОСОФСКИЕ ЧТЕНИЯ

#### Генрих Эрлих

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| И КТО ПРИДУМАЛ ЭТУ НАУЧНУЮ РЕВОЛЮЦИЮ?! ..... | 10 |
|----------------------------------------------|----|

### КЛАССИКА НАУКИ

#### Томас Кун

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| ДВА ФРАГМЕНТА ИЗ КНИГИ<br>«СТРУКТУРА НАУЧНЫХ РЕВОЛЮЦИЙ» ..... | 15 |
|---------------------------------------------------------------|----|

### РАССЛЕДОВАНИЕ

#### В.В.Горохов, А.Ю.Закгейм

|                            |    |
|----------------------------|----|
| ФЕНОМЕН ШЕСТИДЕСЯТЫХ ..... | 20 |
|----------------------------|----|

### РАЗМЫШЛЕНИЯ

#### А.М.Черников

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| ИСТОКИ СПОРОВ О ДАРВИНЕ ..... | 24 |
|-------------------------------|----|

### ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

#### Н.Л.Резник

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| ОБЩЕСТВЕННЫЕ ИНДИВИДУАЛЬНОСТИ ..... | 30 |
|-------------------------------------|----|

### ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

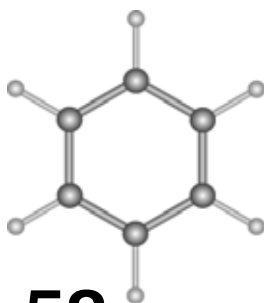
#### С.М.Комаров

|                         |    |
|-------------------------|----|
| ЖИЗНЬ В ЗАТОЧЕНИИ ..... | 34 |
|-------------------------|----|

### СОБЫТИЕ

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| ВЫСОКИЕ ШИРОТЫ: КАК ТАМ НАШИ ПОЛЮСА? ..... | 41 |
|--------------------------------------------|----|

Все знают, что бензол — это  $C_6H_6$ .  
Но  $C_6H_6$  — необязательно бензол.



## В номере

42



52

58



Шестиконечные снежинки тоже напоминают формулу, предложенную Кекуле. Но их разнообразие поистине неисчерпаемо.

### СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

**Н. Катина**

МИР ВЕЧНЫХ ЛЬДОВ И ЕГО ИЗЫСКАТЕЛИ ..... 42

### ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

**Н. П. Тарасова**

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ С РАДИАЦИОННОЙ ХИМИЕЙ ..... 48

### ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

**М. Ю. Корнилов, А. М. Корнилов**

СКОЛЬКО ВАЛЕНТНЫХ ИЗОМЕРОВ У БЕНЗОЛА?... ..... 52

### ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

**Л. Намер**

ШЕСТЬ, СЛУЧАЙНЫХ, РАВНЫХ ..... 58

### СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

**П. П. Федоров**

О ШЕСТИУГОЛЬНЫХ СНЕЖИНКАХ ..... 60

### ФАНТАСТИКА

**Лен Стручков**

СТАРЫЙ НИК СЕГОДНЯ НЕ ГОЛОДЕН ..... 62

### НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ

**Л. Викторова**

ЯБЛОКИ ..... 68

### КСТАТИ О КОСМОСЕ

**П. Данилов**

КОСМОС — ЭТО ЗАКОН ..... 72

ИНФОРМАЦИЯ ..... 29, 40, 57, 67

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ ..... 18

УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ ..... 55

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ ..... 70

ПИШУТ, ЧТО... ..... 70

ПЕРЕПИСКА ..... 72

4

### ИНФОРМАУКА

О том, почему в арктической атмосфере больше метана, чем в антарктической, о выращивании нанонитей и разглядывании глазного дна.

6

### ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Что бы вы сделали, если бы можно было секвенировать последовательность ДНК, равную по длине человеческому геному, за 1000 долларов? — Секвенировали бы геномы клеток одного человека, людей в одной деревне, разных линий дрозофил и мышей, пород собак, видов семейства кошачьих... в общем, дешевый сиквенс очень нужен человечеству.

20

### РАССЛЕДОВАНИЯ

Одна из идей Д. И. Менделеева — наука и искусство имеют общие корни и решают общие задачи познания мира. А значит, должны совпадать и закономерности их развития, взлеты и падения. Не с этим ли связан «феномен 60-х годов» XIX века?..

24

### РАЗМЫШЛЕНИЯ

В истории нет другого ученого, с именем которого были бы связаны столь долгие и ожесточенные споры. Почему же знаменем эволюционизма стал именно Дарвин, а не кто-либо из его современников, делавших даже более резкие заявления об эволюции?

48

### ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Вот ситуация, необъяснимая с точки зрения здравого смысла: атомная энергетика не просто нужна, а необходима — и в то же время химические вузы не готовят специалистов по радиационной химии.



## ЭКОЛОГИЯ

### Шельфовый метан в Арктике

В атмосфере Арктики довольно много метана, на 8–10% больше, чем в антарктической. Сотрудники Тихоокеанского океанологического института им. В.И.Ильичева ДВО РАН и Международного арктического научного центра Университета Аляски (Фэрбенкс) установили, что области аномально высоких значений метана в воздухе расположены над пятнами повышенных концентраций метана, растворенного в воде. Очевидно, источники этого газа таятся на морском шельфе, под слоем вечной мерзлоты.

Район исследования включал восточный сектор мелководного шельфа моря Лаптевых, в том числе устье реки Лены, и сопредельный сектор шельфа Восточно-Сибирского моря до границы с устьем реки Индигирки. Ученые впервые одновременно измерили содержание метана в приводном слое атмосферы, на высоте пять метров над уровнем моря и в поверхностном слое воды на мелководье.

Метан в воде распределен неравномерно, и исследователи выделили три района, где концентрации газа аномально высоки: северо-восточная часть устья Лены, пролив Дмитрия Лаптева и западная оконечность островов Большой Ляховский и Оягоский Яр. Над этими районами расположены три области аномально высоких концентраций атмосферного метана – в два-три раза выше фоновой концентрации. Очевидно, в районе исследования существуют мощные источники эмиссии метана в атмосферу. Природа этих источников может быть различной.

В прибрежные воды поступает много метана из сибирских рек. Кроме того, на шельф попадают воды из заболоченных почв и подтаявшей мерзлоты, они тоже богаты метаном. Но, как полагают ученые, это – не главные его источники.



По их мнению, больше всего метана выделяется из тектонических разломов и палеодолин древних рек, которые впадали в море Лаптевых на 250–300 км севернее современной береговой линии. Сейчас они погребены под поверхностью шельфа. В свое время береговая линия сместилась на 800–900 км к югу, и море затопило огромное количество термокарстовых озер и могучий слой вечной мерзлоты. Придонная мерзлота подтаивает круглый год и выделяет метан. Она может протаять на значительную глубину и разрушить скопления газгидратов, которые образовались в периоды повторного замерзания пород и включены в структуру мерзлоты.

Высвобождению метана из залежей могут способствовать восходящие геотермальные потоки. Из глубин газ выходит в виде мощного скопления пузырей и в таком виде легко избегает окисления и достигает атмосферы. Дальнейшая деградация мерзлоты под влиянием глобального потепления может привести к катастрофическому изменению баланса метана. По оценкам российских исследователей, суммарный поток метана из мелководной части одного только российского арктического шельфа в атмосферу может сравниться с вкладом всех континентальных морей Мирового океана.

## КАТАЛИЗ

### Водород и нанонити в одном флаконе

Оригинальный метод синтеза водорода разработали российские ученые из Института катализа им. Г.К.Борескова СО РАН (Новосибирск). Главное его отличие от всех известных – это возможность получить на выходе не только водород, свободный от примеси угарного газа, но и длинные, тонкие нити из чистейшего углерода толщиной в десятки тысяч раз меньше человеческого волоса. О подробностях метода его авторы рассказали коллегам на XIX симпозиуме «Современная химическая физика», по традиции прошедшем этой осенью в Туанце ([chesn@catalysis.nsk.su](mailto:chesn@catalysis.nsk.su)).

В основе метода – каталитическое разложение метана при высокой, около 750°C, температуре. А его изюминка – это, конечно, активный и очень стабильный катализатор, состоящий из высокодисперсных сплавных кристаллов Fe-Ni-Cu и частиц оксида алюминия. Именно он играет роль волшебной палочки, точнее – магического кристалла, потому что на гранях нанокристаллов Fe-Ni-Cu разрываются связи между атомами углерода и водорода в молекулах метана и образуются два новых соединения – чистейший газообразный водород и углеродные нанонити.

Как же работает новый катализатор? По мнению авторов, механизм процесса таков. Взаимодействуя с активными центрами катализатора, молекула метана как бы «разламывается» на составляющие – старые связи рвутся, а новые образуются. Водород улетает, но углерод не остается на поверхности, а проникает внутрь частицы катализатора и растворяется в ней.

Поскольку грани кристалла разные (таковы особенности кристаллической решетки этого соединения), то в каталитическом разложении метана участвует только одна из них. Постоянно поступающий углерод постепенно насыщает матрицу кристалла, и избыток его выделяется на остальных гранях. Одна-



## МЕДИЦИНА

# Глазное дно: правда в кривом зеркале

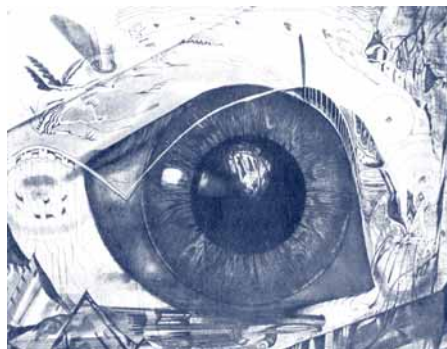
ко не в виде беспорядочной аморфной массы, а в виде тонких длинных нитей со структурой, подобной структуре графита. В результате одна кристаллическая частица катализатора инициирует рост нескольких нанонитей и получают углеродные «осьминоги».

Такие нанонити можно использовать, например, в качестве наполнителей для материалов, электропроводность которых нужно повысить. Но можно модифицировать процесс так, чтобы получался только водород. В этом случае углерод будет накапливаться на частицах катализатора, и его (катализатор) придется регенерировать — обрабатывать водяным паром при температурах 650–750°C. Углерод при этом выделится в виде CO и CO<sub>2</sub>, а в качестве дополнительного бонуса получится еще и водород. Правда, в этом случае он все-таки будет подпорчен примесями углекислого и угарного газов.

Разумеется, методов синтеза водорода много. Зачем же понадобился еще один? Вот что ответил на этот вопрос руководитель работы доктор химических наук В.Чесноков: «Как правило, водород получают при взаимодействии углеводородов, в том числе природного газа или основной его составляющей — метана, с парами воды. К сожалению, при этом в качестве побочных продуктов образуются еще и оксиды углерода. Поскольку для большинства катализаторов эти вещества, особенно угарный газ, — страшный яд (они выводят из строя катализаторы), то приходится водород от них очищать, а это сложная и дорогая процедура: затраты на очистку больше, чем стоимость самого водорода. А ведь основа водородной энергетики — это как раз чистый водород: на грязном машине далеко не уедет! Вот наш метод и позволяет решить эту проблему — получить водород без примеси угарного газа. Справедливости ради надо сказать, что и до нас были известны катализаторы разложения метана. Но они работали при сравнительно низких температурах, 500–600°C, и выход по водороду был ограничен термодинамическим равновесием реакции  $\text{CH}_4 = \text{C} + 2\text{H}_2$ . Концентрация водорода на выходе из реактора не превышала 40%. А наши катализаторы позволяют повысить конверсию метана до 90%, то есть использовать сырье практически полностью».

*Исключительные возможности предоставляет врачам-офтальмологам прибор, разработанный недавно сотрудниками Института проблем лазерных технологий РАН и их коллегами с физфака МГУ им. М.В.Ломоносова. Это так называемая цифровая фундус-камера с абберрометром реального времени. В ней совмещены два прибора — один позволяет увидеть глазное дно, а другой исправляет искажения, которые вносит оптическая среда глаза пациента (larichev@optics.ru).*

На самом деле фундус-камеры, то есть диагностические приборы для исследования глазного дна (fundus oculi — глазное дно), врачи используют очень давно. Первые подобные приборы появились еще в середине позапрошлого века и представляли собой оптическую систему линз, зеркал и подсветки, с помощью которых можно было увидеть увеличенное изображение сетчатки глаза и питающих ее сосудов. С тех пор фундус-камеры многократно совершенствовались, сделали цифровыми — как фотоаппараты, но добиться четкой картинки с микронным разрешением никак не удавалось. Мешал сам глаз: его оптическая среда поглощает свет, а составляющие его «детали», роговица, хрусталик и прочее,



включая собственно глазное яблоко, многократно изменяют направление световых волн, размывая конечное изображение. Физики называют это явление аберрацией — несовершенством оптической системы.

В астрономии с этим явлением, искажающим для нас свет далеких звезд, давно и успешно научились

бороться — с помощью кривых зеркал, которые корректируют изображение, как бы искажая его обратно. Этот-то прием и решили использовать физики в конструкции фундус-камеры: измерять искажение и соответственно корректировать его. Реализовать идею позволили дополнительный инфракрасный лазер и специальное деформируемое зеркало.

Итак, обычный лазер или несколько лазеров, если нужно получить изображение в разных областях спектра, освещает глазное дно, свет отражается и, проходя через оптическую систему прибора, попадает на матрицу камеры. Так получается «картинка», то есть изображение сетчатки и питающих ее сосудов, которое необходимо увидеть врачу-офтальмологу, чтобы поставить точный диагноз. Но за мгновение до того, как заработает этот лазер, включается система коррекции аберраций. Это означает, что ИК-лазер, заметим — совершенно безопасный, пошлет луч света, чтобы узнать, насколько изменится его интенсивность и направление в пути «до дна и обратно».

Датчики, зафиксировав эти изменения, посылают сигнал на «кривое зеркало», которое в ответ искривляется в точности так, чтобы скомпенсировать эти изменения, только уже не для ИК-луча, а для видимого света — того, который и позволяет получить собственно изображение. И только после этого, когда зеркало должным образом подстроится, учитывая индивидуальные особенности изучаемого глаза, включается обычный лазер и посылает импульс света, который, отразившись от глазного дна и «исправившись» при помощи деформируемого зеркала, попадет на матрицу цифровой фотокамеры.

В результате можно получить изображение глазного дна в несколько раз более четкое по сравнению с обычными, тоже цифровыми фундус-камерами — с микронным разрешением. Привычно мутная картинка сетчатки и сосудов на экране компьютера этой камеры приобретает невиданную резкость, позволяя офтальмологу быстро (со скоростью один кадр в секунду) получить прекрасное изображение интересующего его объекта. За что российским физикам большое спасибо — от врачей и пациентов.



# Геном человека за тысячу долларов, или Мечтать полезно

«Что бы ты сделал, если бы у тебя была волшебная палочка?», «Какие три желания ты загадал бы, если бы стал всемогущим?», «На что бы ты потратил миллион?» — вопросы, любимые педагогами и психологами. Конечно, ни миллион, ни всемогущество от таких упражнений не появятся, но цель состоит в другом: помочь человеку понять, что ему нужно и что для него важно. Может быть, кому-то следует поработать над пакетом желаний, прежде чем отправляться ловить золотую рыбку...

Журнал «Nature Genetics» опубликовал на своем сайте ответы на «вопрос года», которые предложили известные современные генетики (все ответы можно посмотреть на <http://www.nature.com/ng/qoty/index.html>). Вопрос, понятно, соответствует тематике издания: «Что бы вы сделали, если бы уже сегодня можно было секвенировать последовательность ДНК, равную по длине человеческому геному, всего за 1000 долларов?»

Геном человека — это примерно три миллиона нуклеотидов. Проект «Геном человека» стоил миллиарды долларов. Сегодня секвенирование такой последовательности одним из самых дешевых методов — с помощью 454-секвенирования или пиросеквенирования, о котором «Химия и жизнь» писала в январе 2006 года, — обходится в сумму от 10 до 50 000 долларов. Однако мировое научное сообщество поставило себе задачу понизить стоимость секвенирования до тысячи за геном человека, и, по мнению некоторых экспертов, вскоре это будет сделано. Так что самое время задуматься над тем, как мы используем эту возможность.

Здесь приводятся не все ответы, которые есть на сайте, а те, что приведены, даны в сокращенном виде, главным образом для того, чтобы избежать повторов. Конечно, некоторые мысли неизбежно приходят во многие головы: например, о прочтении индивидуальных геномов, об использовании результатов в медицине и антропологии, о сохранении геномов редких видов... Но есть и оригинальные идеи, которые, возможно, удивят и заставят задуматься читателей.



Художник Н. Колпакова



### Уолтер Бодмер, Оксфордский университет

Моей первоочередной задачей было бы секвенировать геномы, допустим, 100 000 предположительно здоровых индивидов, представляющих основные этнические группы современного человечества. При отборе следует руководствоваться географическими критериями, но в то же время нужно, как это делалось в нашем проекте «Население Британских островов», минимизировать влияние относительно недавних миграций и смешанных браков. Мы обеспечивали это, собирая образцы в сельской местности и только у людей, все бабушки и дедушки которых проживали в этой же местности. Получится моментальный снимок современной генетической структуры *Homo sapiens*...

### Майкл Стрэттон, Институт Сенгера, Великобритания

Существует обширный источник вариаций генома человека, который в настоящее время скрыт от нас. Взрослый человек состоит примерно из  $10^{14}$  клеток. После нескольких делений, которые происходят между оплодотворением яйцеклетки и формированием функциональной клетки взрослого организма, ошибки репликации ДНК приводят к тому, что геномные последовательности отдельных клеток различаются между собой. Поразительно, но в геноме одного человека можно найти мутации, наверное, по каждому из 3 миллионов пар оснований! Большинство их безвредно, однако есть несколько важных исключений. Раковая опухоль — потомство одной клетки, вышедшей из-под контроля в результате несчастливого сочетания мутаций сразу в нескольких раковых генах. 1000-долларовый сиквенс позволил бы прочесть геномы десятков тысяч опухолевых клеток разных классов (а также нормальной ДНК тех же индивидов) и создать полный каталог мутаций. Наконец, можно было бы исследовать соматические мутации в нормальных клетках, определить, насколько они различаются в разных типах ткани, в разном возрасте и при разных стилях жизни: это подарит нам открытия в области клеточной биологии и геронтологии.

### Питер Литл, Университет Нового Южного Уэльса, Сидней

Такая низкая цена вызывает к жизни легкомысленные идеи. Подавив первые побуждения, я постарался сосредоточиться на серьезных вещах: исследовании комплексных генетических нарушений, происхождения человека, на моей собственной области — секвенировании мРНК и генетике экспрессии... Потом я все же задумался о легкомысленном — но с чего бы начать? Я бы использовал возможность секвенировать геном за 1000 долларов, чтобы исследовать генетику красоты и счастья. На основании всех наших сведений о вариациях в ДНК я попытался бы выяснить хоть что-то о том, как передается по наследству эта ветвь морфологического развития (т.е. красота. — Е.К.), а также о личности и ее взаимодействие с культурой. В конце концов, потратить часть наших средств на нечто близкое сердцу каждого человека, а не только ученого или клинициста — это конечно же разумное вложение денег налогоплательщиков. Легкомысленно? Быть может, но не слишком.

### Расмус Нильсен, Копенгагенский университет

...Лично для себя я хотел бы секвенировать геномы людей с наследственным панкреатическим раком и их родных, чтобы выяснить, какие генетические факторы отвечают за эту

болезнь. Это смертельное заболевание убило нескольких моих родственников. Хотя это, может быть, ничего не изменит, я очень хочу узнать, есть ли у меня генетическая предрасположенность к нему.

### Элизабет Фишер, Университетский колледж, Лондон

Я хочу потратить бабки (dosh в оригинале. — Е.К.), чтобы организовать себе немедленный доступ ко всему множеству точечных мутаций в любом гене или участке генома мыши, который меня интересует. Каким образом? ENU (N-этил-N-нитрозомочевина) — мощнейший мутаген, который сейчас используют во многих проектах по всему миру, чтобы получать случайные точечные мутации у мышей. Во всех публичных (и частных) коллекциях замораживают образцы спермы от самцов мышей, обработанных ENU, и каждый образец содержит десятки индивидуальных точечных мутаций. Значит, я могу исследовать десятки тысяч замороженных образцов, создать архив с онлайн-доступом, и мы просто выберем в нем интересующий нас генотип...

### Такаши Годжобори, Национальный институт генетики, Япония

Исследовать спектр мутаций в геноме — важная задача для генетиков, потому что новые мутации — это единственный источник генетического разнообразия. Современные успехи в секвенировании позволяют нам прочесть геном ребенка и его биологических родителей и таким образом увидеть все мутации: нуклеотидные замены, рекомбинации, дупликации, инверсии и т. п. Аналогичным образом сиквенс спермы, полученной от одного мужчины, может выявить мутационный спектр для сперматогенеза. (Конечно, на людях такие исследования должны проводиться с особенной заботой о конфиденциальности и соблюдении этических норм.) Применительно к другим организмам, таким, как мыши или мечущие икру рыбы, можно исследовать и мутационный спектр оогенеза.

### Ричард Коттон, Исследовательский центр геномных нарушений, Австралия

Вариации человеческого генома, известные к настоящему времени, не систематизированы и не индексируются соответственно фенотипам. Из-за этого исследователи и клиницисты не могут быстро найти нужную мутацию. Нужно документировать все вариации, их фенотипы, эффекты, исследования и т. п. и создать свободный доступ к этим данным. Это уже мечта о проекте «Вариом человека» (<http://www.humanvariomeproject.org/>)...

### Эммануил Т.Дермицакис, Институт Сенгера, Великобритания

Я вырос в Греции и обычно провожу там лето, в горных деревушках на материке и на Крите, и я наблюдаю в этих местах интересную популяционную динамику, взаимодействия между людьми из соседних деревень и общин. Я также вижу очень высокие частоты комплексных и моногенных болезней — скорее всего, это связано с природой и размером популяции-основателя. И я бы потратил 5–10 миллионов долларов, чтобы отсеквенировать геномы целой деревни. Это позволит идентифицировать все варианты, изолированные в таком сообществе, а также демографические и поведенческие характеристики, характеристики выбора партнеров и поможет объяснить, стоит ли за всем этим генетика. Также появится возможность исследовать аллели, связанные с болезнями и редкие везде, кроме этих групп. Это весьма интересный шанс для ученого — совместить геномные технологии с медицинской генетикой и изучением социального поведения.

### Хонг Ксуан Лин, Шанхайский институт физиологии и экологии растений

Существует 21 дикий вид рода *Oryza*. Хорошо известно, что в геномах диких родственников риса скрывается множество

полезных генов, и их следует использовать. Если можно будет секвенировать полный геном человека за 1000 долларов, мечты о новой «зеленой революции» сбудутся...

**Майкл Роудс**, компания «Applied Biosystems», США

Если сказать ребенку, что он может взять любую конфету, какую захочет, он начнет радостно перепрыгивать от одной возможности к другой. Так же радостно я смотрю на возможные применения дешевого сиквенса. Очевидно, что медицинские применения будут важными, но что мне тоже очень приятно будет увидеть — это проект «Гейя-Геном» (Gaia Genome Project), стратегическая цель которого — отсеквенировать гены всех живых существ. Даже если число видов не будет расти, нам мало что известно о генетическом разнообразии в масштабах планеты...

**Брюс Лэн**, Чикагский университет

Все клетки тела человека, как и любого многоклеточного организма, происходят от одной-единственной клетки: оплодотворенной яйцеклетки. Следовательно, все они связаны общим происхождением, точно так же, как и все виды живых существ. И наподобие филогенетического древа, иллюстрирующего родственные связи всех видов, онтогенетическое древо изображает родство всех клеток организма... Мутации в ДНК, происходящие в ряду клеточных делений, теоретически могли бы использоваться при построении онтогенетического древа... Две случайно выбранные клетки одного человека могут иметь от нескольких штук до нескольких десятков различных соматических мутаций, и чем ближе эти клетки по происхождению, тем меньше будет различий...

**Поль Нерс**, Рокфеллеровский университет

...Еще один возможный проект — секвенировать ДНК, выделенную из микроорганизмов, живущих внутри человека, например в кишечнике, и на поверхности его тела — на коже, в носу, в анусе. Это позволит идентифицировать микроорганизмы, связанные с телом человека, включая и те, которые не удастся культивировать. Если проводить такие исследования в масштабе популяции, возможно, выявится связь между присутствием и количеством отдельных микроорганизмов и склонностью индивида к определенным заболеваниям или состояниям, скажем, к ожирению. Подобная связь, существующая между *Helicobacter* и язвой желудка, показывает, какими неожиданными путями микробы могут влиять на здоровье человека...

**Манель Эстеллер**, Испанский национальный онкологический центр

Эпигенетика (и в особенности метилирование ДНК, самая стабильная эпигенетическая метка) играет важную роль во взаимодействии генетической информации со средой. Следовательно, полный анализ статуса метилирования ДНК по каждому динуклеотиду CG — ДНК-метилом — может быть чрезвычайно полезным для понимания клеточной физиологии и природы болезней. Если мы прочтем полный метилом за 1000 долларов, почему бы не позволить себе амбициозные планы? Мы могли бы изучить метиломы в различных контрастных условиях: в эмбриональных или взрослых стволовых клетках — и в раковых клетках, в нейронах и в клетках мышечной ткани, у новорожденных и стариков, у близнецов с различной переносимостью болезней, у членов одной семьи, в клетках мозга, пораженного болезнью Альцгеймера, по сравнению со здоровыми...

**Серджио Вериовский-Алмейда**, Университет Сан-Паулу

Мы могли бы исследовать наименее консервативные участки генома, а также консервативные, но не кодирующие белки. Эти консервативные участки предположительно имеют важные функции у всех людей: как выяснилось, они являют-

ся источником вездесущих смысловых и антисмысловых некодирующих РНК — составляющей «интрома» человека. Некоторые из этих молекулярных посланий тканеспецифичны, а их транскрипция регулируется физиологическими факторами, такими, как гормоны. Многие из них повышают риск заболеваний. Накопление данных по индивидуальным вариантам интронов, несомненно, приведет к созданию более мощных компьютерных инструментов для идентификации биологически значимых свойств, регулируемых интронами.

**Есихидэ Хаясидзаки**, Иокогамский институт RIKEN

Получение множества сиквенсов от разных индивидов поможет определить понятие «нормальной» геномной последовательности — сейчас у нас нет такого определения. Дешевый сиквенс станет мощным средством реализации «четырех Р» — prediction, prevention, personalization and participation (предсказание, предотвращение, персонализация и участие) и приведет к развитой «персональной медицине»...

**Лоренс Харст**, Батский университет

Есть пословица, которую я терпеть не могу: «Любопытство сгубило кошку». Четырехлетнему ребенку известно, что элементарное любопытство и игры — лучший способ познания мира. Но если игривое настроение обычно среди теоретиков, то для экспериментаторов это непозволительная роскошь. Будет прекрасно, если удешевление сиквенса изменит это положение вещей. Лично я был бы рад узнать, что создает наследуемые различия в способностях к музыке. Слова родного языка понимают все, но есть значительная часть популяции, которая совсем не воспринимает музыку: для этих людей нет разницы между Бахом, Бетховеном, «Битлз» и белым шумом. Какие варианты отвечают за это? Могут ли это быть те же гены, которые связаны с языком?.. Дешевый (и, надеюсь, точный) сиквенс поможет нам найти иголки спонтанных мутаций в геномном стоге сена... Дешевое секвенирование, надеюсь, также поможет переопределить стандарты анализа экспрессии генов благодаря получению полного транскриптома через прямой РНК-сиквенс. И наконец, почему бы нам не секвенировать геномы исчезающих видов? Если какую-нибудь кошку сейчас губят, нам следовало бы прочесть ее геном.

**Элен Острендер**, Национальный исследовательский институт человеческого генома, США

Я бы вернулась на 15 лет назад, к тому вопросу, который побудил меня заняться сравнительной геномикой: какие генетические механизмы контролируют специфическое поведение различных пород собак? Почему питбуль так отличается от золотистого ретривера, а терьер — от бассета? Если принять во внимание, что эти различия передаются из поколения в поколение, независимо от среды или воспитания, мы должны признать, что они контролируются, по крайней мере частично, на генетическом уровне. Я бы сперва подобрала породы, демонстрирующие крайние формы поведения, и попыталась бы понять генетические основы «пастушеского» поведения колли или стойки у охотничьих собак... Во вторую очередь я хотела бы разобраться, что делало собаку лучшим другом человека на протяжении тысячелетий, подвергнуть генетическому исследованию такие традиционно «собачьи» качества, как «верность», «доверие» и самое мое любимое — «слепое обожание». Может быть, мы наконец выявим молекулярные основы способности прощать и чувства долга — двух уникальных поведенческих особенностей, общих для собаки и человека? И еще я бы изучила семьи собак, в которых проявляется аномальное поведение — агрессивность, компульсивные расстройства — и попробовала бы понять генетику той малой части психических расстройств, которые являются общими для человека и

его лучшего друга. Хм-м-м... похоже, это будет большая работа. Как насчет 500 долларов за геном?

**Аксель Мейер**, Констанцкий университет

На самом деле секвенирование геномов сейчас все более заметно — и все менее демократично — собирается в центрах геномики. Надеюсь, технология «геном за 1000 долларов» переломит эту тенденцию. Для ученых с более широкими интересами удешевление сиквенса означает, что будут прочтены геномы более разнообразных видов. Может быть, окажется полезным изучение популяций иных видов, чем *Homo sapiens*? Предсказание Жака Моно, «что верно для кишечной палочки, то верно и для слона», в конце концов может оказаться неверным... Новорожденная научная дисциплина, геномика, пока находится в фазе по преимуществу описательной, естественно-исторической, и скорее следует за техническими возможностями, чем поверяет теории. Геномика все еще ждет своего Дарвина, того момента, когда все кажущиеся бессвязными описания геномов найдут себе место в осмысленной картине мира. Рискну предположить, что это тоже может быть как-то связано с эволюцией.

**Лес Бисекер и Эрик Грин**, Национальный исследовательский институт человеческого генома, США

Вот важный вопрос, который необходимо тщательно обдумать: «Как будет строиться общение врача и пациента, когда индивидуальный геномный сиквенс станет рутинной медицинской процедурой?» Возможно, полногеномный сиквенс будет нести избыточную информацию, в которой окажется слишком много неопределенного и слишком много потенциальных «плохих новостей». В этом случае технология «геном за тысячу» будет использоваться преимущественно в клинических исследованиях. В то же время, быть может, некоторые пациенты захотят знать, насколько велик для них риск болезни с выраженной генетической компонентой, какие медикаменты им полезны, какие вредны и не следует ли им изменить свою жизнь, чтобы уменьшить риск. Тогда врачам и другим работникам здравоохранения придется создать методы для получения такой информации в подходящей форме. Нам нужно понять, как исследовать пациентов с учетом того, что они хотят или не хотят знать о своих геномах. Какую информацию они желают получить? Насколько надежной должна быть информация, которую доводят до сведения пациента? Нужно ли сообщать человеку, что медицинские генетики установили новые факты, которые имеют прямое отношение к его случаю?.. Только когда мы всесторонне исследуем эти вопросы, то сможем быть уверены, что используем с максимальной выгодой преимущества нового инструмента.

**Труди Маккэй**, университет штата Северная Каролина

Первое, что я сделала бы, — полный сиквенс 500 чистых линий *Drosophila melanogaster*, которые недавно получены от дикого типа и подробно охарактеризованы по фенотипу. Поскольку один геном человека — это примерно 25 геномов дрозофилы, общая стоимость составит всего 20 000 долларов. Природные популяции дрозофилы — это настоящий клад генных вариаций, прошедших через сито естественного отбора, и эту изменчивость уместно связать и с проблемами здоровья человека, и с адаптивной эволюцией...

**Джордж Черч**, Гарвардская медицинская школа

Если эквивалент полноразмерного генома можно будет секвенировать за 1000 долларов, то все экзоны — кодирующие области (иначе говоря, экзом) обойдутся нам всего в 10 долларов. Это выгода, мимо которой невозможно пройти. Для 6 миллионов людей понадобится всего 60 миллионов долларов. Экзом — это всего 1% генома, который легче всего



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

интерпретируется и с наибольшей вероятностью влияет на фенотип. Даже если цена никогда не упадет до 10 долларов, экзом уже сейчас, в 2006 году вполне по карману среднему классу: он стоит порядка 4000 долларов (например, если использовать полони-сиквенс)... (Черч с коллегами придумал так называемое полони-секвенирование, и не исключено, что именно этот метод или его производные решат задачу «генома за 1000», так что «самореклама» Черча в каком-то смысле оправдана. — *Примеч. ред.*)

**Стивен О'Брайен**, Национальный институт рака, США

Прежде всего я взял бы 38 000 тысяч долларов у какого-нибудь благотворителя и получил бы сиквенсы каждого из 38 видов семейства кошачьих. Это обеспечит две вещи. Во-первых, мы получим практически безграничную коллекцию SNP и STR (моноклеотидные полиморфизмы и короткие tandemные повторы используют для изучения внутривидовых индивидуальных вариаций. — *Примеч. ред.*), чтобы исследовать прошлое, настоящее и будущее геномного разнообразия внутри каждого вида (а это важно, поскольку все кошки, кроме домашних муток, относятся к охраняемым или исчезающим видам). Во-вторых, это позволит выявить изменения, которые произошли при расхождении эволюционных путей внутри семейства Felidae — возможно, наиболее четко дифференцированного в молекулярном отношении семейства млекопитающих. Затем я взял бы сто видов млекопитающих, которым угрожает наибольшая опасность, и секвенировал бы их геномы: во-первых, чтобы попытаться замедлить их надвигающееся уничтожение, а во-вторых, чтобы сохранить генетическую информацию видов, которым мы позволяем исчезнуть, на случай если у наших потомков появятся технологии, которые помогут им лучше использовать эту информацию. Наконец, я взял бы 375 000 долларов (может, у Национального исследовательского института человеческого генома?) и секвенировал бы геномы 375 ныне живущих видов приматов, чтобы сравнительная геномика получила в неограниченном количестве материалы по группе, к которой принадлежит и человек.

Итак, какие можно подвести итоги? Может быть, главное, что бросается в глаза, — это расширение познаваемого мира, которое нам принесет новый сиквенс. Конечно, и метилом, и экзом, и транскриптом (последние два слова — по идее, не синонимы, так как не все транскрипты кодируются экзонами), и вариом человека еще непривычны нашему слуху, но ведь и геном когда-то был почти абстрактным понятием. Ясно также, что и облик медицины изменится очень заметно: вкладные листы с результатами генотипирования могут появиться в историях болезни скорее, чем мы предполагаем.

И напоследок: хотелось бы верить, что идея Элен Острендер рано или поздно найдет отклик у исследователей и спонсоров. И в самом деле, где мы возьмем другую такую замечательную модель, чтобы изучить вклад генетики в психику? Ведь и павловское путешествие во Внутренний Космос началось с собаки...



# И кто придумал эту научную революцию?!

Доктор химических наук  
Генрих Эрлих

## Механизм научных революций

Из всего сказанного в предыдущей статье понятно, что нормальная наука не может породить новую парадигму и всячески сопротивляется любым попыткам покуситься на ее основы (как тут не вспомнить известный афоризм: революция в Германии невозможна, потому что всякие революции в Германии строжайше запрещены). Более того, нормальная наука не терпит даже аномалий — фактов, «что природа каким-то образом нарушила навеянные парадигмой ожидания». С другой стороны, «аномалия появляется только на фоне парадигмы. Чем более точна и развита парадигма, тем более чувствительным индикатором она выступает для обнаружения аномалии...»

Но далеко не каждая аномалия порождает кризис. (Во втором издании своей книги Т.Кун подчеркнул, что не рассматривает кризис в науке как обязательную прелюдию к научной революции. «Новые средства исследования, инструменты, вроде электронного микроскопа, или новые законы, подобные законам Максвелла, могут развиваться в пределах одной области науки, а их восприятие создает кризис в другой». Добавим, что химия отнюдь не пребывала в кризисе, когда на нее свалилась квантовая механика, перевернувшая наши представления о строении вещества. Такие ситуации, по мнению Т.Куна, довольно редки, и поэтому он анализирует вариант кризиса как общий.)

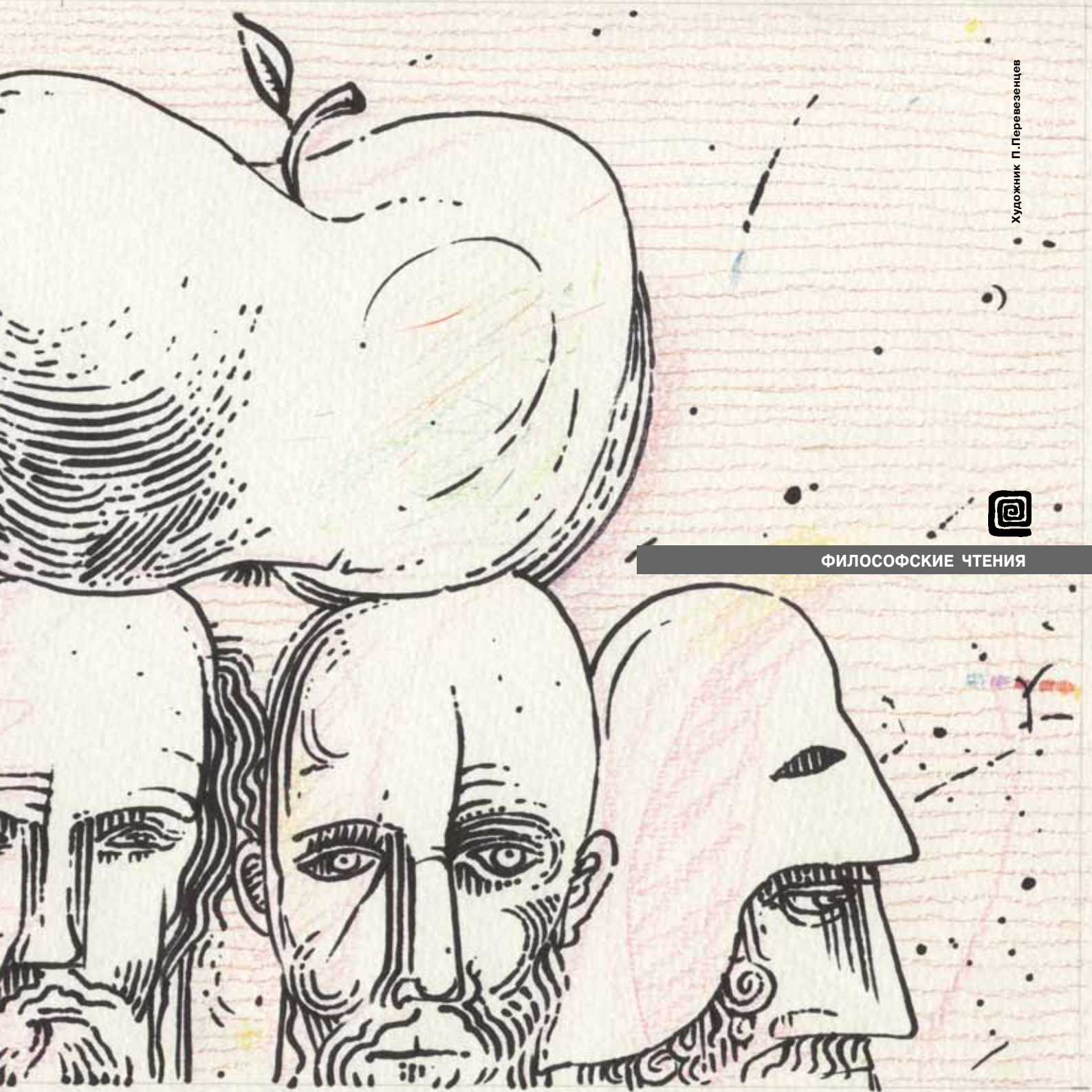
«Всегда есть какие-нибудь трудности в установлении соответствия парадигмы с природой». Многие ученые игнорируют аномалии, как безжалостно удаляют выпадающую точку на экспериментальной кривой. Согласимся, что «ученый, который прерывает свою работу для анализа каждой замеченной им аномалии, редко добивается значительных успехов», утопая, по мнению коллег и начальства, в мелочах. Кто-то видит в обнаруженной аномалии интересную головоломку и подчас разрешает ее методами нормальной науки, пусть и затрачивая много усилий. «В других случаях не исправляют положения даже явно радикально новые подходы. Тогда ученые могут прийти к заключению, что при сложившемся в их области исследования положении вещей решения проблемы не предвидится. Проблема снабжается соответствующим ярлыком — заковыристой головоломки, то есть задачи, заведомо имеющей решение, пусть и трудно находимое, но никак не контрпримера, то есть факта, опровергающего парадигму, — «и оставляется в наследство будущим поколениям. Очень часто ученые предпочитают подождать, особенно если есть в других разделах данной области исследования много проблем, доступных для решения».

Но всегда найдется ученый или группа ученых, которые сочтут обнаруженную аномалию именно контрпримером и даже попытаются объяснить ее, используя принципы, несовместимые с действующей парадигмой. Научное сообщество такие попытки не приветствует, расправа бывает суровой вплоть до ostracism. Справедливо заметил Роберт Бернс: «Мятеж не может кончиться удачей, в противном случае его зовут иначе». Как? Революцией.

Окончание. Начало в № 11.



Тем не менее такие бунты не проходят бесследно. «Любой кризис начинается с сомнения в парадигме и последующего расшатывания правил нормального исследования». Это единственный общий момент, который удалось обнаружить Т.Куну в зарождении кризисов. К кризису могут привести множасьщиеся аномалии или безуспешные попытки разрешить какую-то одну принципиальную проблему, признанную таковой научным сообществом, или несколько проблем, которые кажутся принципиальными «бунтарям», но на взгляд научного сообщества не стоят и выеденного яйца, а то и вовсе почитаются давно решенными (или почти решенными) в рамках господствующей парадигмы. К кризису в астрономии, завершившемуся революцией Коперника, приве-



ли незначительные расхождения между наблюдаемым положением планет и их прецессией и предсказаниями, получаемыми с помощью системы Птолемея.

Как реагирует научное сообщество на углубляющийся кризис? Да никак не реагирует, потому что не замечает (не хочет замечать) никакого кризиса. «Ученым не удастся отбросить парадигмы, когда они сталкиваются с аномалиями или контрпримерами. Они не смогли бы поступить таким образом и тем не менее остаться учеными». Научное сообщество может только принять новую парадигму вместо старой, вернее, смириться с новой парадигмой.

После всего вышесказанного не покажется парадоксальным утверждение, что к разработке новой парадигмы научное со-

общество имеет весьма опосредованное отношение. Лишь «виднейшие представители данной области исследования» могут позволить себе сконцентрировать все свое внимание на признанных фундаментальных аномалиях. На другом полюсе находятся научные бунтари, изгои, потенциальные или настоящие. Известно, что «почти всегда люди, которые успешно осуществляли фундаментальную разработку новой парадигмы, были либо очень молодыми, либо новичками в той области, парадигму которой они преобразовали», то есть людьми, не твердыми в старой парадигме и посему не могущими считаться полноценными членами научного сообщества.

Именно в этот период экстраординарной науки, «более чем в любой другой период постпарадигмального развития

науки, ученый будет выглядеть в полном соответствии с преобладающим в воображении каждого из нас образом ученого. В таком случае он будет, во-первых, казаться человеком, ищущим наудачу, пытающимся посредством эксперимента увидеть то, что произойдет; он будет искать явления, природе которых он не может полностью разгадать. В то же время, поскольку ни один эксперимент немалым без некоторой теории, ученый в кризисный период будет постоянно стараться создать спекулятивные теории, которые в случае успеха могут открыть путь к новой парадигме, а в случае неудачи могут быть отброшены без глубокого сожаления».

«Философы науки неоднократно показывали, что на одном и том же наборе данных всегда можно возвести более чем один теоретический конструкт. История науки свидетельствует, что, особенно на ранних стадиях развития новой парадигмы, не очень трудно создавать такие альтернативы». В условиях, когда рушатся табу господствующей парадигмы, новые теории появляются с поразительной регулярностью. «Быстрое умножение вариантов теории есть весьма обычный симптом ее кризиса». Примечательно, что в отличие от периода нормальной науки, когда значимые открытия делают зачастую одновременно несколькими различными учеными, как результат целенаправленного решения некой назревшей и общепризнанной проблемы, появление кандидатов в новые парадигмы глубоко индивидуализировано и всегда неожиданно не только для коллег, но иногда даже для самого ученого. «Новая парадигма или подходящий для нее вариант, обеспечивающий дальнейшую разработку, возникает всегда сразу, иногда среди ночи, в голове человека, глубоко втянутого в водоворот кризиса. Какова природа этой конечной стадии — как индивид открывает (или приходит к выводу, что он открыл) новый способ упорядочения данных, которые теперь все оказываются объединенными, — этот вопрос приходится оставить здесь не рассмотренным, и, может быть, навсегда».

Детерминированное поле нормальной науки постепенно оборачивается хаосом, хаосом разнонаправленных идей. Среди этих идей, еще сырых и не проработанных в деталях, есть бредовые, есть и гениальные, разграничить их невозможно, ибо все они, за исключением одной, дающей начало новой парадигме, отбрасываются. Отвергнутая идея по определению не бывает гениальной, как не бывает непризнанных гениев: все гении — признанные, разве что зачастую признание приходит поздно для самого гения. Продолжая метафору с хаосом, скажем, что в какой-то момент развитие науки проходит точку бифуркации, и куда она двинется дальше — непредсказуемо. Доказать, что победившая концепция наилучшая, невозможно. По Куну, выбор победителя носит в определенном смысле случайный характер.

Т.Кун подробно, на множестве примеров анализирует механизм принятия новой парадигмы научным сообществом. Задолго до Т.Куна некий великий революционер провозгласил: «Теория становится силой, когда овладевает массами». Научная теория становится парадигмой, когда ее принимает научное сообщество — собственно, до этого, в рамках старой парадигмы, она — не что иное, как лженаука. Более того, «пока ученый не научится видеть природу в ином свете, новый факт (обнаруженный в рамках новой теории. — Г.Э.) не может считаться вообще фактом вполне научным».

При всем разнообразии исторических примеров все они в итоге сводятся к грустной сентенции Макса Планка: «Новая научная истина прокладывает дорогу к триумфу не посредством убеждения оппонентов и принуждения их видеть мир в новом свете, но скорее потому, что ее оппоненты рано или поздно умирают и вырастает новое поколение, которое привыкло к ней». Планк понимал, о чем говорил, у него был богатый опыт по созданию и продвижению новых теорий, оттого и грусть.

Многим покажется удивительным, что собственно убеждению в научной правоте новой теории отводится столь мизерная роль, ведь общепризнано, что свободная дискуссия — основной метод разрешения научных споров, что ученые, как наиболее разумная часть человечества, наиболее восприимчивы к доводам разума. Все это, возможно, и так, пока дело не касается основополагающих ценностей. «Когда парадигмы, как это и должно быть, попадают в русло споров о выборе парадигмы, вопрос об их значении по необходимости попадает в замкнутый круг: каждая группа использует свою собственную парадигму для аргументации в защиту этой же парадигмы. Однако природа циклического аргумента <...> такова, что <...> ни с помощью логики, ни с помощью теории вероятности невозможно переубедить тех, кто отказывается войти в круг».

«В аргументациях, которые постоянно порождаются такими дискуссиями <...>, выясняется, что каждая парадигма более или менее удовлетворяет критериям, которые она определяет сама, но не удовлетворяет некоторым критериям, определяемым ее противниками. Есть и другие причины неполноты логического контакта, который постоянно характеризует обсуждение парадигм. Например, так как ни одна парадигма никогда не решает всех проблем, которые она определяет, и поскольку ни одна из двух парадигм не оставляет нерешенными одни и те же проблемы, постольку обсуждение парадигмы всегда включает вопрос: какие проблемы более важны для решения? Наподобие сходного вопроса относительно конкурирующих стандартов, этот вопрос о ценностях может получить ответ только на основе критерия, который лежит всецело вне сферы нормальной науки, и именно это обращение к внешним критериям с большой очевидностью делает обсуждение парадигм революционным».

Следует также учитывать, что старая парадигма объективно превосходит конкурентку почти по всем пунктам, а по проработанности деталей, методическому обеспечению, числу применений, количеству приверженцев ее превосходство неизмеримо. Новая парадигма может претендовать только на объяснение некоторых аномалий, составляющих малую толику от успешно решенных старой парадигмой задач, кроме того, никакими логическими доводами невозможно доказать, что эти аномалии в принципе неразрешимы в рамках старой парадигмы (тут усматривается аналогия с теоремой Геделя). Не спасает положения и кажущее универсальным средство — обращение к эксперименту, ведь старая парадигма — настоящая наука! — находится в полном согласии с природой, кроме некоторых неясных исключений, тогда как новой парадигме это надо еще доказывать и доказывать. «Нет еще ни одного процесса, раскрытого изучением истории научного развития, который в целом напоминал бы методологический стереотип опровержения теории посредством ее прямого сопоставления с природой», — утверждает Т. Кун. Доказательства преимуществ новой парадигмы, включая «решающие эксперименты» и подтверждения большей точности количественных расчетов, обычно появляются задним числом, после принятия новой парадигмы. И тем не менее...

«Споры вокруг парадигм в действительности не касаются способности к решению проблем, хотя есть достаточные основания для того, чтобы они обычно облекались в такую терминологию. Вместо этого вопрос состоит в том, какая парадигма должна в дальнейшем направлять исследование по проблемам, на полное решение которых ни один из конкурирующих вариантов не может претендовать. Требуется выбор между альтернативными способами научного исследования, причем в таких обстоятельствах, когда решение должно опираться больше на перспективы в будущем, чем на прошлые достижения. Тот, кто принимает парадигму на ранней стадии, должен часто решаться на такой шаг, пренебрегая доказательством, которое обеспечивается реше-

нием проблемы. Другими словами, он должен верить, что новая парадигма достигнет успеха в решении большого круга проблем, с которыми она встретится, зная при этом, что старая парадигма потерпела неудачу при решении некоторых из них. Принятие решения такого типа может быть основано только на вере».

Т.Кун вообще уделяет много внимания таким нерациональным факторам, «аргументам, которые редко излагаются ясно, определенно, но апеллируют к индивидуальному ощущению удобства, к эстетическому чувству. Считается, что новая теория должна быть «более ясной», «более удобной» или «более простой», чем старая. Вероятно, такие аргументы более эффективны в математике, чем в других естественных науках... Хотя эти оценки часто привлекают к новой теории только немногих ученых, бывает так, что это именно те ученые, от которых зависит ее окончательный триумф. Если бы они не приняли ее быстро в силу чисто индивидуальных причин, то могло бы случиться, что новый кандидат в парадигмы никогда не развился бы достаточно для того, чтобы привлечь благосклонность научного сообщества в целом». Как тут не вспомнить прекрасное высказывание Ахмеда Зевайла, создателя фемтохимии и лауреата Нобелевской премии по химии 1999 года: «Движущей силой нашего научного полета является жажда открытий. Ее достаточно, чтобы взлететь, но для того, чтобы полет был успешным, необходимо признание научных авторитетов».

Надо сказать, что Куну крепко досталось от критиков за такую картину перехода от старой парадигмы к новой. Мало того что он внедрил понятие «научной революции», нарушив тем самым благостную логичную картину кумулятивного развития науки, так еще предложил сугубо иррациональный механизм замены одного рационального авторитета другим. Последовали многочисленные попытки разработать чисто логические критерии сравнения конкурирующих программ или парадигм, равно как и рационального механизма возникновения самого принципиально нового знания. О, эта вера во всеисильность алгоритмов, не оставляющая места интуиции и творческому озарению! Лично я разделяю точку зрения Куна, он, опять же на мой взгляд, правильно понимал и труд ученого, и кухню научного сообщества.

Как бы то ни было, научное сообщество свой выбор делает, и выбор по определению правильный. Это подтверждается тем, что все научные революции приводят к резкому ускорению научных исследований. «Увлекаемые новой парадигмой ученые получают новые средства исследования и изучают новые области. Но важнее всего то, что в период революций ученые видят новое и получают иные результаты даже в тех случаях, когда используют обычные инструменты в областях, которые они исследовали до этого. Это выглядит так, как если бы профессиональное сообщество было перенесено в один момент на другую планету, где многие объекты им незнакомы, да и знакомые объекты видны в ином свете. Конечно, в действительности все не так: нет никакого переселения в географическом смысле; вне стен лаборатории повседневная жизнь идет своим чередом. Тем не менее изменение в парадигме вынуждает ученых видеть мир их исследовательских проблем в ином свете. Поскольку они видят этот мир не иначе как через призму своих воззрений и дел, постольку у нас может возникнуть желание сказать, что после революции ученые имеют дело с иным миром».

Через некоторое время (через поколение, по М.Планку) основание парадигмы приобретает законченный вид, а все научное сообщество проникается ее духом и методологией. Наступает период нормальной науки, с ее кумулятивным, экстенсивным ростом, приносящим щедрые плоды.

В ускорении развития науки заключается несомненная польза научных революций, в щедрых плодах — осязаемая польза самой науки. Остается последний вечный вопрос: куда идем? И какова роль научных революций на этом бесконечном пути?



## Куда идем?

Вопрос этот, несомненно, относится к основным в философии, и Т.Кун, как философ, недаром посвятил ему отдельную главу, искусно замаскировав его заглавием «Прогресс, который несут революции». Признаем также, что философия не достигла в этом вопросе никакого ощутимого «прогресса», мы наблюдаем лишь умножение философских концепций при сохранении последователей старых философов, начиная с Аристотеля. «Лишнее свидетельство того, что философия — не наука», — удовлетворенно хмыкнут некоторые читатели. Не будем оспаривать этого мнения и сосредоточимся на продолжении воображаемой сентенции: «Уж в настоящей-то науке, нашей науке (физике, химии, биологии и т. д. по принадлежности) прогресс налицо!»

Мне неоднократно приходилось убеждаться в том, что, утверждая вышесказанное, мои собеседники смеиваются науку и технику. Применительно к технике понятие прогресса неоспоримо, что же касается науки, то тут сомнения возникают не только у меня, но и у гораздо более мудрых людей. Т.Кун: «В течение всего допарадигмального периода, когда имеется разнообразие конкурирующих школ, наличие прогресса (исключая прогресс внутри самих школ) очень трудно обнаружить. Этот этап представляет собой период, в течение которого отдельные исследователи работают как ученые, но результаты их деятельности ничего не добавляют к научному знанию, как мы его себе представляем (отчасти потому, что подавляющее большинство разработанных теорий, за исключением одной, отбрасывается. — Г.Э.). Более того, в течение периодов революции, когда фундаментальные принципы области исследования еще раз становятся предметом обсуждения, неоднократно высказываются сомнения относительно какой-либо возможности непрерывного прогресса, если только будет признана та или иная из противоборствующих парадигм (включая победившую в дальнейшем. — Г.Э.). Те, кто отвергал теорию Ньютона, объявляли, что его опора на внутренние силы возвращает науку в средневековье. Те, кто противостоял химии Лавуазье, полагали, что отказ от химических «элементов» в пользу лабораторных процедур был отказом от химического объяснения и что сторонники такого отказа заставляют науку довольствоваться пустыми разглагольствованиями. Подобное ощущение, по-видимому, лежит в основании неприятия Эйнштейном, Бором и другими вероятностной интерпретации квантовой механики в качестве доминирующей трактовки. Короче, только в течение периодов нормальной науки прогресс представляется очевидной и гарантированной тенденцией (курсив мой. — Г.Э.). Однако в течение этих периодов научное сообщество и не может рассматривать плоды своей работы под каким-либо иным углом зрения».

Бог с ним, с прогрессом, скажете вы. Мы, настоящие ученые, не о прогрессе думаем, мы ищем истину! «Что есть истина?» — повторю я слова известного исторического лица. По вопросу же о существовании абсолютной истины отошло к тем же философам, они столетиями об этом спорят и, уверен, будут спорить до скончания века. Проведенный Т.Куном анализ научных революций являет

весьма занимательную картину поиска этой «истины». Любая революция столь же деструктивна, сколь и конструктивна. Вот и «в научных революциях есть потери, так же как и приобретения; а ученые склонны не замечать первых». При смене парадигмы вместе с водой зачастую выплескивают и ребенка. Поэтому столь часто при научной революции мы наблюдаем не торжество абсолютно нового знания, а своего рода возврат к установкам позапрошлой парадигмы. Ньютон, как мы помним, вернул науку в средневековье, с другой стороны, Эйнштейн с его воззрениями на пространство и время пришелся бы ко двору среди предшественников и личных оппонентов Ньютона. Теорию Дарвина сейчас только ленивый не пинает, воскрешаются же идеи Ламарка, навсегда, казалось бы, похороненные теорией Дарвина. Электромагнитная теория Максвелла исключила из научного лексикона понятие эфира, но оно, похоже, возвращается. Эти и другие примеры указывают на противоречивый характер научных революций, благотворность которых отнюдь не абсолютна, но в еще большей степени они подрубают тезис о кумулятивном развитии науки.

Можно возразить, что возврат осуществляется всегда на более высоком уровне, в этом смысле прогресс налицо. Но является ли это топтание приближением к чему-либо? И можно ли говорить о прогрессе, если не определена цель движения?

Здесь мне хочется привести последний обширный отрывок из книги Т.Куна, чрезвычайно познавательный и, на мой взгляд, побуждающий к размышлениям:

«Когда Дарвин впервые опубликовал в 1859 году свою книгу с изложением теории эволюции, объясняемой естественным отбором, большинство профессионалов, скорее всего, беспокоило не понятие изменения видов и не возможное происхождение человека от обезьяны. Доказательства, указывающие на эволюцию, включая эволюцию человека, собирались десятилетиями, а идея эволюции уже была выдвинута и широко распространена прежде. Хотя идея эволюции как таковая встретила сопротивление, особенно со стороны некоторых религиозных групп, величайшие трудности, с которыми столкнулись дарвинисты, были связаны не с этим. Эти трудности проистекали от идеи, которая была ближе к собственным взглядам Дарвина. Все хорошо известные додарвиновские эволюционные теории Ламарка, Чемберса, Спенсера и немецких натурфилософов представляли эволюцию как целенаправленный процесс. «Идея» о человеке и о современной флоре и фауне должна была присутствовать с первого творения жизни, возможно, в мыслях бога. Эта идея (или план) обеспечивала направление и руководящую силу всему эволюционному процессу. Каждая новая стадия эволюционного развития была более совершенной реализацией плана, который существовал с самого начала. Для многих людей опровержение эволюции такого телеологического типа было наиболее значительным и наименее приятным из предположений Дарвина. «Происхождение видов» не признавало никакой цели, установленной богом или природой».

На ум приходит все увеличивающийся круг — излюбленный символ процесса познания природы. Символ, несомненно, хорош, зрительно представляется растущий объем знаний и увеличение количества новых проблем, с которыми сталкивается наука. Но какова цель этого распространения, если за пределами круга подразумевается бесконечность? Мы не можем ничего достичь, целью движения оказывается бесконечное увеличение площади круга, цель обобщается самоцелью.

«Весь этот процесс (развития науки. — Г.Э.) может совершаться, как мы сейчас представляем биологическую эволюцию, без помощи какой-либо общей цели, постоянно фиксируемой истины, каждая стадия которой в развитии научного знания дает улучшенный образец».

Этой фразой завершается первое издание книги Т.Куна. Последующие дополнения, равно как и прошедшие 45 лет, не добавили этому выводу ни нового понимания, ни толики оптимизма.

## Заключение

«Ученые в общем не обязаны и не хотят быть философами». За исключением, там же добавляет Кун, «периодов осознания кризисов, когда ученые обращаются к философскому анализу как средству для раскрытия загадок в их области». Можно это счесть естественным преувеличением ученого, старающимся придать большее значение своей области знания. Но, как отмечалось в начале статьи, вдруг после долгих лет молчания имя Т.Куна прозвучало на страницах «Химии и жизни» (2006, № 11; 2007, № 9) в двух концептуальных публикациях, посвященных положению дел в двух ведущих областях современной науки — биологии и химии и написанных крупнейшими специалистами в этих областях — Е.Д.Свердловым и Д.Уайтсайдом.

Когда Т.Кун создавал образ «нормальной науки», по мнению многих утрированный, то ему и в кошмарном сне не могло присниться, как воплотится этот образ в жизнь через четыре десятилетия. Наука, «успешное предприятие» по Т.Куну, превратилась в большую фабрику, в которой ученые — рабочие на конвейере. Это особенно ярко проявилось в крупнейшем научном проекте последнего десятилетия — расшифровке генома человека, объединившем усилия десятков тысяч исследователей во всем мире, но усилия однотипные, рутинные, когда личность конкретного исполнителя теряет свое значение, и некоторые журналы даже не приводят непомерно длинного списка авторов научной работы, отсылая читателей к страничке в Интернете. Но для нашего анализа важнее другое — титанический и, признаем, сверхрезультативный труд не только не прояснил некоторые принципиальные вопросы, а еще больше запутал их. Становится все более очевидным, пишет академик Е.Д.Свердлов, что это знание не решит важнейших фундаментальных проблем биологии, и в первую очередь не даст ответа на «вопрос номер один» в биологии: «Что есть жизнь?» «Сегодня мы имеем детальное представление о том, как устроена клетка, <...> мы знаем о множестве структур, управляющих передачей сигналов внутрь клетки, осуществляющих транскрипцию, трансляцию и репликацию ДНК, клеточное деление и многое, многое другое», но мы не понимаем, «как все компоненты клетки взаимодействуют в пространстве и времени, образуя сложные динамические биологические системы». Вывод: «На мой взгляд, громадное количество экспериментальных фактов, накопленных в процессе развития молекулярной биологии, которые практически невозможно обобщить в единую концепцию, объясняющую поведение живых систем, настоятельно диктует смену парадигмы революционным, эволюционным или любым другим путем».

Е.Д.Свердлову вторит Д.Уайтсайт: «Мы не знаем многого из того, что, как мы полагаем, мы знаем. Когда мы начинаем раздумывать о «великих» проблемах, мы обнаруживаем, что наши современные теории просто не работают. Это относится к сложным, сильно сопряженным процессам, связыванию лигандов белками, к катализу, к диссипативным, неравновесным системам, жидкостям и растворам, нековалентным взаимодействиям, энтропии и т. д. В одних случаях в нас есть идеи, почему наши теории плохо работают, в других — нет». «То, что мы знаем сегодня и как мы работаем сегодня, не обеспечит нам достаточных возможностей для решения важнейших проблем в будущем. Химия пережила замечательные 50 лет, но новые типы проблем требуют новых подходов. Я полагаю, что <...> мы будем свидетелями кардинальных изменений, по сути, свидетелями революции в химии. Эти изменения будут касаться того, что химия делает и что она собой представляет».

К чему бы это? Или действительно что-то грядет?

# Два фрагмента из книги Томаса Куна «Структура научных революций»



КЛАССИКА НАУКИ

В течение большей части XVIII века и в XIX веке почти все европейские химики верили, что элементарные атомы, из которых состоят вещества, удерживаются вместе силами взаимного сродства. Так, кусок серебра составляет единство в силу сродства между частицами серебра (до Лавуазье эти частицы мыслились как составленные из еще более элементарных частиц). По этой же теории серебро растворяется в кислоте (или соль — в воде) потому, что частицы кислоты притягивают частицы серебра (или частицы воды притягивают частицы соли) сильнее, нежели частицы этих растворяемых веществ притягиваются друг к другу. Медь должна растворяться в растворе серебра с выпадением серебра в осадок, потому что сродство между кислотой и медью сильнее, чем сродство кислоты и серебра. Тем же способом было истолковано множество других явлений. В XVIII веке теория избирательного сродства была превосходной химической парадигмой, широко и иногда успешно используемой при постановке экспериментов и анализе их результатов.

Однако теория сродства резко отличала физические смеси от химических соединений, причем прибегала к способу, который сделался необычным после признания работ Дальтона. Химики XVIII века признавали два вида процессов. Когда смешивание вызывало выделение тепла, света, пузырьков газа или какие-либо подобные эффекты, то считалось, что происходит химическое соединение. С другой стороны, если частицы в смеси можно было различить визуально или отделить механически, то это было лишь физическое смешивание. Но в огромном числе случаев (растворы, сплавы, стекло, кислород в атмосфере и так далее) столь грубые критерии приносили мало пользы. Руководимые своей парадигмой, большинство химиков рассматривали весь этот промежуточный ряд как химический, потому что процессы, свойственные ему, управлялись силами одного и того же типа. Растворение соли в воде, кислорода в азоте давали такой же пример химического соединения, как и соединение, образованное в результате окисления меди. Аргументация в пользу того, чтобы рассматривать растворы как химические соединения, была очень веской. Теория сродства, в свою очередь, хорошо подтверждалась. Кроме того, образование соединений объяснялось наблюдаемой гомогенностью раствора. Например, если кислород и азот были только смесью, а не соединены в атмосфере, тогда более тяжелый газ, кислород, должен был опускаться вниз. Дальтон, который считал атмосферу смесью, не мог удовлетворительно объяснить тот факт, что кислород ведет себя иначе. Восприятие его атомистической теории в конце концов породило аномалию там, где ее до того не было.

Невольно хочется сказать, что отличие взглядов химиков, которые рассматривали растворы как соединения, от взглядов их преемников касалось только определений. В каком-то смысле дело могло обстоять именно так. Но это справедливо не в том смысле, что делает определения просто конвенционально удобными. В XVIII веке химики не могли в полной мере отличить смеси от соединений, возможно, их и нельзя было отличить на тогдашнем уровне развития науки. Даже если химики прибегали к подобным проверкам, они должны были искать критерий, который позволил бы рассматривать такой раствор как соединение. Различение смеси и раствора составляло элемент их парадигмы — элемент способа, которым химики рассматривали всю область исследования, — и в этом качестве он обладал приоритетом по отношению к любому отдельно взятому лабораторному эксперименту, хотя и не по отношению к накопленному опыту химии в целом.

Но поскольку химия рассматривалась под таким углом зрения, химические явления стали примерами законов, отличных от тех, которые возникли с принятием новой парадигмы Дальтона. В частности, пока растворы рассматривались как соединения, никакие химические эксперименты, сколько бы их ни ставили, не могли сами по себе привести к закону кратных отношений. В конце XVIII века было широко известно, что некоторые соединения, как правило, характеризовались кратными весовыми отношениями своих компонентов. Для некоторых категорий реакций немецкий химик Рихтер получил даже дополнительные закономерности, в настоящее время включаемые в закон химических эквивалентов. Однако ни один химик не использовал эти закономерности, если не считать рецепты, и ни один из них почти до конца века не подумал о том, чтобы обобщить их. Если и наблюдались очевидные контрпримеры, подобно стеклу или раствору соли в воде, то все же ни одно обобщение не было возможно без отказа от теории сродства и без перестройки концептуальных границ области химических явлений. Такое заключение стало неизбежным к самому концу столетия после знаменитой дискуссии между французскими химиками Прустом и Бертолле. Первый заявлял, что все химические реакции совершались в постоянных пропорциях, а второй отрицал это. Каждый подобрал внушительное экспериментальное подтверждение для своей точки зрения. Тем не менее два ученых спорили друг с другом, хотя результаты их дискуссии были совершенно неубедительны. Там, где Бертолле видел соединение, которое могло менять пропорции входящих в него компонентов, Пруст видел только физическую смесь. Этот вопрос невозможно было решить ни экспериментом, ни изменением конвенционального определения. <...>

Такова была ситуация в те годы, когда Дальтон предпринял исследование, которое в конце концов привело его к знаменитой атомистической теории в химии. Но до самых последних стадий этого исследования Дальтон не был химиком и не интересовался химией. Он был метеорологом, интересующимся физическими проблемами абсорбции газов в воде и воды в атмосфере. Отчасти потому, что его навыки были приобретены для другой специальности, а частично благодаря работе по своей специальности он подходил к этим проблемам с точки зрения парадигмы, отличающейся от парадигмы современных ему химиков. Например, он рассматривал смесь газов или поглощение газов в воде как физический процесс, в котором виды сродства не играли никакой роли. Поэтому для Дальтона наблюдаемая гомогенность растворов была проблемой, но проблемой, которую, как он полагал, можно решить, если будет возможность определить относительные объемы и веса различных атомных частиц в его смеси. Но данная задача заставила Дальтона обратиться к химии, подсказав ему с самого начала предположение, что в некотором ограниченном ряде реакций, рассматриваемых как химические, атомы могут комбинироваться только в отношении один к одному или в некоторой другой простой, целочисленной пропорции. Это предположение помогло ему определить размеры и веса элементарных частиц, но зато превратило закон постоянства отношений в тавтологию. Для Дальтона любая реакция, компоненты которой не подчинялись кратным отношениям, не была в силу самого факта чисто химическим процессом. Закон, который нельзя было установить экспериментально до работы Дальтона, с признанием этой работы становится конститутивным принципом, в силу которого ни один ряд химических измерений не может быть нарушен. После работ Дальтона те же, что и раньше, химические эксперименты стали ос-

новой для совершенно иных обобщений. Это событие может служить едва ли не лучшим из типичных примеров научной революции.

Излишне говорить, что выводы Дальтона повсеместно подверглись нападкам, когда были впервые представлены на обсуждение. В частности, Бертолле так никогда и не удалось в этом убедить. Причем если смотреть в корень данного вопроса, то следует признать, что Бертолле и не нуждался в этом. Но для большинства химиков новая парадигма Дальтона оказалась убедительной там, где парадигма Пруста была уязвимой, ибо она давала выводы, намного более емкие и более значительные, чем если бы она была просто новым критерием для различения смеси и соединения. Например, если атомы могли соединяться химически только в простых целочисленных пропорциях, то пересмотр существующих химических данных должен был выявить примеры как кратных, так и постоянных соотношений. Химики перестали писать, что окиси, скажем, углерода содержат 56% или 72% веса кислорода. Вместо этого они стали писать, что одна весовая часть углерода соединяется или с 1,3 или с 2,6 весовыми частями кислорода. Когда результаты старых лабораторных операций были записаны таким способом, отношение стало самоочевидным; то же самое наблюдалось при анализе многих хорошо известных реакций и некоторых новых. Добавим к этому, что парадигма Дальтона сделала возможным уяснение работы Рихтера и признание общего характера ее выводов. К тому же она навела на мысль поставить новые эксперименты, в частности эксперименты Гей-Люссака, касающиеся объема соединяющихся газов, а они, в свою очередь, обнаружили другие закономерности, о которых химики ранее и не помышляли. Химики получили от Дальтона не новые экспериментальные законы, а новый способ проведения химических исследований (сам Дальтон называл это «новой системой философии химии»), и способ этот оказался настолько плодотворным, что только небольшое число химиков старшего поколения во Франции и Англии были способны противиться ему. В результате химики стали работать в новом мире, где реакции происходили совершенно иначе, нежели раньше.

## II

Я предполагаю, что есть в высшей степени веские основания, в силу которых революции оказываются почти невидимыми. И ученый, и дилетант заимствуют множество своих представлений о творческой научной деятельности из авторитетного источника, который систематически маскирует (отчасти в силу важных функциональных оснований) существование и значение научных революций. <...>

Говоря об источнике авторитета, я имею в виду главным образом учебники по различным областям знания, а также популярные и философские работы, основывающиеся на них. <...> Все эти три категории информации имеют нечто общее. Они обращены к уже разработанной структуре проблем, данных и теории. Чаще всего они обращены к частной системе парадигм, с которыми научное сообщество связывает себя к тому времени, когда парадигмы уже изложены. Цель учебников заключается в обучении словарю и синтаксису современного научного языка. Популярная литература стремится описать те же приложения посредством языка, более близкого к языку повседневной жизни. А философия науки, в особенности в англоязычном мире, анализирует логическую структуру того же самого законченного знания. <...> Все три вида информации описывают достижения прошлых революций и таким образом раскрывают основу современной традиции нормальной науки. Для выполнения своей функции они не нуждаются в достоверных сведениях о том способе, которым эти основания были впервые найдены. Поэтому, по крайней мере, учебники отличаются особенностями, которые будут постоянно дезориентировать читателей.

<...> Учебники, будучи педагогическим средством для увековечения нормальной науки, должны переписываться целиком или частично всякий раз, когда язык, структура проблем или стандарты нормальной науки изменяются после каждой научной революции. И как только эта процедура перекраивания учебников завершается, она неизбежно маскирует не только роль, но даже существование революций, благодаря которым они увидели свет. Если человек сам не испытал в своей жизни революционного изменения научного знания, то его историческое понимание, будь он уче-

ным или непрофессиональным читателем учебной литературы, распространяется только на итог самой последней революции, произошедшей в данной научной дисциплине.

Таким образом, учебники начинают с того, что сужают ощущение ученым истории данной дисциплины, а затем подсовывают суррогаты вместо образовавшихся пустот. Характерно, что научные учебники включают лишь небольшую часть истории — или в предисловии, или, что более часто, в разбросанных сносках о великих личностях прежних веков. Такие ссылки позволяют и студентам, и ученым-профессионалам почувствовать себя причастными к истории. Однако та историческая традиция, которая извлекается из учебников и к которой таким образом приобщаются ученые, фактически никогда не существовала. По причинам, которые и очевидны, и в значительной степени определяются самим назначением учебников, последние (а также многие старые работы по истории науки) отсылают только к той части работ ученых прошлого, которую можно легко воспринять как вклад в постановку и решение проблем, соответствующих принятой в данном учебнике парадигме. Вследствие отбора материала, а иногда из-за его искажения ученые прошлого изображаются как ученые, работавшие над тем же самым кругом проблем и с тем же самым набором канонических, за которыми последняя революция в научной теории и методе закрепила прерогативы научности. Неудивительно, что учебники и историческая традиция, которую они содержат, должны переписываться заново после каждой научной революции. И неудивительно, что, как только они переписываются, наука в новом изложении каждый раз приобретает внешние признаки кумулятивности.

Конечно, ученые не составляют единственной группы, которая стремится рассматривать предшествующее развитие своей дисциплины как линейно направленное к ее нынешним высотам. Искусение переписать историю всегда было повсеместным и непреодолимым. Но ученые более подвержены искушению переименовывать историю, отчасти потому, что результаты научного исследования не обнаруживают очевидной зависимости от исторического контекста рассматриваемого вопроса, отчасти потому, что, исключая период кризиса и революции, позиция ученого кажется неизменной. Большая детализация исторических фактов и тем самым большая ответственность перед историческими подробностями, излагаемыми в литературе, могут придать только искусственный статус индивидуальному стилю в работе, заблуждениям и путанице. Спрашивается, зачем возводить в достоинство то, что отброшено самым настоящим усилием науки? Недооценка исторического факта глубоко и, вероятно, функционально прочно укоренилась в идеологии науки как профессии, такой профессии, которая ставит выше всего ценность фактических подробностей другого (неисторического) вида. Уайтхед хорошо уловил неисторический дух научного сообщества, когда писал: «Наука, которая не решает забыть своих основателей, погибла». Тем не менее он был не совсем прав, ибо наука, подобно другим предприятиям, нуждается в своих героях и хранит их имена. К счастью, вместо того чтобы забывать своих героев, ученые всегда имеют возможность забыть (или пересмотреть) их работы.

В результате появляется настойчивая тенденция представить историю науки в линейном и кумулятивном виде — тенденция, которая оказывает влияние на взгляды ученых даже и в тех случаях, когда они оглядываются на собственные исследования. Например, все три несовместимых сообщения Дальтона относительно развития им атомистической химической теории создают впечатление, будто бы он интересовался из своих ранее полученных данных лишь теми химическими проблемами пропорций соединения, которые позднее были им решены и сделали его знаменитым. В действительности же, по-видимому, он формулировал эти проблемы лишь тогда, когда находил их решения, многими словами, когда его творческая работа была почти завершена. То, что все дальтоновские описания упустили из виду, было революционное по своему значению воздействие приложения к химии ряда проблем и понятий, которые использовались ранее в физике и метеорологии. Именно это и сделал Дальтон, а результатом стала переориентация области, которая научила химиков ставить новые вопросы и получать новые выводы из старых данных.

Или другой пример. Ньютон писал, что Галилей открыл закон, в соответствии с которым постоянная сила тяготения вызывает движение, чья скорость пропорциональна квадрату времени. Кинематическая теорема Галилея принимает такую форму, когда попадает в матрицу динамических понятий Ньютона. Но Галилей ничего подобного не говорил. Его рассмотрение падения тел редко касается сил и тем более постоянной гравитационной силы, являющейся причиной падения. Приписав Галилею ответ на вопрос, который парадигма Галилея не позволяла даже поставить, ньютоновское описание скрывает воздействие небольшой, но революционной переформулировки в вопросах, которые ученые ставили относительно движения, так же как и в ответах, которые они считали возможным принять. Но это и составляет тот тип изменения в формулировании вопросов и ответов, что объясняет (намного лучше, чем новые эмпирические открытия) переход от Аристотеля к Галилею и от Галилея к динамике Ньютона. Замалчивая такие изменения и стремясь представить развитие науки линейно, учебник скрывает процесс, лежащий у истоков большинства событий в науке.

Предшествующие примеры выявляют, каждый в контексте отдельной революции, источники реконструкции истории, которая всегда завершается написанием учебников, отражающих после-революционное состояние науки. Но такое «завершение» ведет к еще более тяжелым последствиям, чем упомянутые выше лжетолкования. Лжетолкования делают революцию невидимой: учебники же, в которых дается перегруппировка видимого материала, рисуют развитие науки в виде процесса, который, если бы он существовал, сделал бы все революции бессмысленными. Поскольку они рассчитаны на быстрое ознакомление студента с тем, что современное научное сообщество считает знанием, учебники истолковывают различные эксперименты, понятия, законы и теории существующей нормальной науки как отдельные и следующие друг за другом настолько непрерывно, насколько возможно. С точки зрения педагогики подобная техника изложения безупречна. Но такое изложение в соединении с духом полной неисторичности, пропизиывающим науку, и с систематически повторяющимися ошибками в истолковании исторических фактов, обсуждавшихся выше, неотвратимо приводит к формированию впечатления, будто наука достигает своего нынешнего уровня благодаря ряду отдельных открытий и изобретений, которые образуют систему современного конкретного знания. В самом начале становления науки, как представляют учебники, ученые стремятся к целям, которые воплощены в нынешних парадигмах. Один за другим в процессе, часто сравниваемом с возведением здания из кирпича, ученые присоединяют новые факты, понятия, законы или теории к массиву информации, содержащейся в современных учебниках.

Однако научное знание развивается не по этому пути. Многие головоломки современной нормальной науки не существовали до тех пор, пока не произошла последняя научная революция. Немногие из них могут быть прослежены назад к историческим истокам науки, внутри которой они существуют в настоящее время. Более ранние поколения исследовали свои собственные проблемы своими средствами и в соответствии со своими канонами решений. Но изменились не просто проблемы. Скорее можно сказать, что вся сеть фактов и теорий, которые парадигма учебника приводит в соответствие с природой, претерпевает замену. Является ли постоянство химического состава, например, просто фактом опыта, который химики могли открыть и раньше с помощью эксперимента в какой-либо области исследования? Или это скорее один элемент, и к тому же несомненный элемент, в новой ткани связанных между собой факта и теории, которую Дальтон соотнес с предшествующим химическим опытом, изменяя в то же время этот опыт? Точно так же является ли постоянная ускорение, вызванное постоянной силой, просто фактом, который исследователи, изучающие динамику, всегда искали; или этот факт является ответом на вопрос, который впервые возник только в ньютоновской теории и на который эта теория смогла ответить, исходя из совокупности информации, имеющейся до того, как вопрос был поставлен?

Вопросы, сформулированные здесь, относятся к области фактов, открытых постепенно и представленных в учебниках. Но очевидно, что эти вопросы подразумевают и интерес к тому, что имен-



но преподносят тексты этих учебников как теории. Конечно, эти теории «соответствуют фактам», но только посредством преобразования предварительно полученной информации в факты, которые для предшествующей парадигмы не существовали. А это значит, что теории также не развиваются частями соответственно существующим фактам. Наоборот, они возникают совместно с фактами, которые они вычленили при революционной переформулировке предшествующей традиции.

Заключительный пример может прояснить это описание влияния учебных разработок на наше представление о развитии науки. Каждый начальный учебник по химии должен рассмотреть понятие химического элемента. Почти всегда, когда это понятие вводится, его происхождение приписывается химику XVII века, Роберту Бойлю, в книге которого «Химик-скептик» внимательный читатель найдет определение «элемента», вполне соответствующее определению, используемому в настоящее время. Обращение к вкладу Бойля помогает новичку осознать, что химия не началась с сульфопрепаратов. Вдобавок это указание сообщает ему, что одна из традиционных задач ученого — выдвигать понятия такого рода. В качестве части педагогического арсенала, который делает из человека ученого, такой возврат к прошлому оказывается чрезвычайно успешным. Тем не менее все это еще раз иллюстрирует образец исторических ошибок, который вводит в заблуждение как студентов, так и непрофессионалов относительно природы научного предприятия.

Согласно Бойлю, который был в этом совершенно прав, его «определение» элемента не более чем парафраза традиционного химического понятия; Бойль предложил его только для того, чтобы доказать, что никаких химических элементов не существует. С точки зрения истории версия вклада Бойля, представленная в учебниках, полностью ошибочна. Конечно, такая ошибка тривиальна, хотя не более чем любое другое ошибочное истолкование фактов. Однако нетривиальным оказывается впечатление о науке, складывающееся в этом случае, когда с такого рода ошибкой сначала примиряются и затем внедряют ее в рабочую структуру учебного текста. Подобно понятиям «время», «энергия», «сила» или «частица», понятие элемента составляет ингредиент учебника, который часто не придумывается и не открывается вообще. В частности, определение Бойля может быть прослежено в глубь веков по крайней мере до Аристотеля, а вперед — через Лавуазье к современным учебникам. Но это не значит, что наука овладела современным понятием элемента еще во времена античности. Вербальные определения, подобные определению Бойля, обладают малым научным содержанием, когда рассматриваются сами по себе. Они не являются полными логическими определениями значения (если таковые есть вообще), но преследуют в большей степени педагогические цели. Научные понятия, на которые указывают определения, получают полное значение только тогда, когда они соотношены в учебниках или в другой систематической форме с другими научными понятиями, с процедурами исследования и приложениями парадигмы. Из этого следует, что понятия, подобные понятию элемента, едва ли могут мыслиться независимо от контекста. Кроме того, если дан соответствующий контекст, то они редко нуждаются в раскрытии, потому что они уже используются фактически. И Бойль и Лавуазье в значительной степени изменили смысл понятия «элемент» в химии. Но они не придумывали понятия и даже не изменяли вербальную формулировку, которая служила его определением.



## ЛАЗЕРОМ ПО ВИЧУ

*Американские физики убивают вредных микроорганизмов с помощью лазера.*

Journal of Physics:  
Condensed Matter,  
1.XI.07

## НЕЙРОГЛОБИНОМ ПО БЛЯШКЕ

*Медики из США нашли в организме мыши вещество, которое помогает бороться с синдромом Альцгеймера.*

Пресс-секретарь  
Kris Rebillot,  
krebillot@  
buckinstitute.org

## ДИСПЛЕЙ ХИРУРГА

*Немецкие кибернетики создали дисплей, которым можно управлять, не прикасаясь ни к одному материальному предмету.*

Wolfgang Schlaak,  
wolfgang.schlaak@  
hhi.fraunhofer.de

## УРАНОВЫЙ ОГОНЬ ОПАЛА

*Исследователи из Австралии предложили новый способ для поиска залежей опалов.*

Lewis Chadderton,  
lewis.chadderton@  
anu.edu.au

## В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

Если осветить импульсом света молекулу, то возможны два типа последствий. Если молекула отражит свет, не случится ничего. Если частота и длительность импульса света правильно подобрана, то молекула поглотит этот импульс весь, без остатка, и возбудится — возможно, так сильно, что развалится на части. В частности, фемтосекундный лазер вызывает так называемое стимулированное импульсами рамановское рассеяние, которое приводит к фатальной для молекулы вибрации. Именно этот эффект решили исследовать ученые из Алабамского университета во главе с профессором К.Т.Ченом.

Как оказалось, при правильном подборе параметров импульсов инфракрасного лазера можно развалить на части не что-нибудь, а белки, входящие в состав мембран микроорганизмов. Поскольку инфракрасный свет легко проникает в глубь организма, возникает уникальная возможность бороться с вирусами и бактериями, в том числе такими убийственными, как ВИЧ или устойчивый к антибиотикам золотистый стафилококк.

«Мы пока не понимаем, почему в результате обработки погибают только микроорганизмы, а клетки человека остаются в живых. Однако уже сейчас метод можно применять для обработки крови, стерилизации тканей и борьбы с живущими в крови возбудителями СПИДа или гепатита», — считает профессор Чен.

## В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

Болезнь Альцгеймера приводит к старческому слабоумию, причем иногда оно развивается стремительно: за считанные месяцы вполне здоровый человек, перешагнувший шестидесятилетний рубеж, превращается в неразумного ребенка. Причина болезни — образование в тканях мозга массивных бляшек, которые нарушают связи между нейронами. На эти-то бляшки и нацелено внимание фармацевтов. Очередной эксперимент поставили ученые из Баковского института изучения старения (США). Они работали с линией мышей, генетически склонных к болезни Альцгеймера. Подопытным животным встраивали гены, которые усиливали производство белка нейроглобина. Контрольные же мыши оставались только с генами, способствующими болезни.

Нейроглобин, по своему строению сходный с гемоглобином, вырабатывают клетки мозга. Функции нейроглобина ученым пока не очень понятны, но разработка лекарственных препаратов, содержащих этот белок, уже начата. Например, недавние эксперименты показали: у мышей с повышенной выработкой нейроглобина меньше страдают клетки мозга при инсульте, а клетки сердца — при инфаркте. Возникла надежда, что препарат, способствующий повышенному синтезу нейроглобина защитит и организм человека.

Свежие эксперименты показали, что этот белок может быть полезен не только при инсульте и инфаркте: он помогает и мышам с болезнью Альцгеймера. У подопытных зверьков количество бляшек в мозгу было значительно меньше, нежели у контрольных, у которых производство нейроглобина соответствовало норме.

«Сейчас мы ищем вещества, усиливающие синтез нейроглобина у людей. Они и станут основой новой группы препаратов», — говорит руководитель исследования Давид Гринберг.

## В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

Нейрохирург, не отходя от операционного стола, смотрит на построенное томографом трехмерное изображение черепа пациента и обнаруживает, что нужная ему область закрыта от взгляда. Он нажимает пальцем на виртуальную кнопку, и изображение медленно поворачивается в нужную сторону. Теперь закрытый участок можно внимательнее рассмотреть и тщательнее спланировать операцию.

Это стало возможным благодаря работе немецких ученых из Фраунгоферовского института телекоммуникаций. «В систему входят три камеры. Они управляют дисплеем, который формирует трехмерное изображение. Две камеры видят палец хирурга с разных позиций и могут определить, на какую точку он указывает. Третья камера следит за положением глаз и наклоном головы. В результате картинка постоянно подстраивается к положению наблюдателя: он всегда будет видеть высококачественное изображение даже при движении относительно дисплея. У нас получилась совсем не дорогая система; она доступна даже для небольших клиник», — говорит руководитель работы Вольфганг Шлак.



## В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

Радуга упала на землю — так возник мерцающий камень, гласит древняя легенда. Австралийские геологи Брайан Сеньор и Льюис Чеддертон, однако, обнаружили, что эта радуга обязана своим рождением урану и торию: атомы этих элементов послужили зародышами для появления тех выстроенных в сверхрешетку кремниевых сфер, которые и позволяют благородному опалу играть цветами.

Если уран делает опал более радиоактивным, чем окружающие его породы, то это можно использовать для поиска залежей ценного минерала, решили ученые. Они предложили в месте предполагаемого источника опалов пробурить три скважины и опускать в них детектор гамма-лучей на основе иодида натрия, отмечая каждые пятнадцать сантиметров его показания. Данные прямо на месте обрабатывает автоматизированная установка на передвижной платформе. Если прибор определяет высокий уровень гамма-излучения, то место для разработки минерала было выбрано правильно. Ученые успешно применили разработанный метод для поиска новых месторождений в нескольких местах Австралии, а Чеддертон считает, что эта идея пригодится для выращивания искусственных опалов. Кстати, в александровском ВНИИСИМСе благородные и черные опалы уже давно выращивают по своей технологии (см. «Химию и жизнь», 1999, № 4).

## КРАСКА ДЛЯ ТЕРРОРИСТА

Израильские химики придумали краситель, который выявляет подрытников.

Jerry Barach,  
jerryb@savion.huji.ac.il

## ВОДОРОД ИЗ ГЛИЦЕРИНА

Ученые из Великобритании нашли способ утилизации глицерина, который остается при изготовлении биодизеля.

Пресс-секретарь  
Simon Jenkins,  
s.jenkins@leeds.ac.uk

## КАК ЛАЗЕР РЕЖЕТ ПЛОТЬ

Ученые из США выяснили, что лазер режет живую ткань разными способами.

Пресс-секретарь  
David F. Salisbury,  
david.salisbury@vanderbilt.edu

## КОМПЬЮТЕРНЫЙ ВЗГЛЯД НА ИСКУССТВО

Программа, разработанная израильскими учеными, позволяет компьютеру отличить подлинное произведение искусства от подделки.

Источник:  
EurekAlert!,  
5 ноября 2007

## В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

«Палестинские террористы часто используют в качестве взрывчатки нитрат мочевины, который совсем нетрудно синтезировать в домашней лаборатории, а разрушительная сила у него большая. Для распознавания этого вещества мы разработали специальный препарат», — говорит профессор Иосиф Алмог из Еврейского университета в Иерусалиме.

Опознать нитрат мочевины «на глаз» вряд ли можно — он похож на сахар. Найти следы на руках или одежде еще сложнее — нужно дорогостоящее оборудование и затраты времени на анализ. Ясно, что на каком-нибудь блокпосте такой способ не пройдет. А краситель, изобретенный профессором Алмогом и его коллегами, представляет собой дешевую и быструю альтернативу. Достаточно протереть руки подозреваемого ватным тампоном, а потом смочить его специальным составом, и правда выплывет наружу: если на руках есть следы нитрата мочевины, вата станет ярко-красной. Главное действующее вещество — *п*-диметиламиноциннамальдегид. Именно оно при реакции с нитратом мочевины дает очень яркое соединение. Кстати, это не первое изобретение подобного рода. Несколько лет назад группе Алмога удалось разработать препарат «ФерроТрейс». С его помощью можно узнавать, держал ли подозреваемый недавно в руках оружие или нет.

## В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

Одна из проблем альтернативной энергетики — высокая стоимость полученной энергии. Ее можно снизить, если совершенствовать технологию и использовать отходы. Например, биодизель получают в результате реакции рапсового масла с метиловым или этиловым спиртом, которые тоже можно получать из растений. В результате реакции образуется соответственно метиловый или этиловый эфир, а второй продукт — глицерин. Вообще-то его можно продавать для изготовления мыла, но, когда объем производства станет слишком большим, возникнет задача: куда девать глицерин?

Ответ на этот вопрос нашли ученые из университета Лидса (Великобритания). Они предлагают превращать его в другой модный энергоноситель — водород. Впрочем, этот газ — еще и ценный реагент для химической и пищевой промышленности. Чтобы его получить, британские химики во главе с доктором Валери Дюпоном предлагают обрабатывать глицерин перегретым водяным паром под давлением. Если давление и температура подобраны правильно, отход от биодизеля полностью распадается на воду, водород и углекислый газ. Последний можно отфильтровать с помощью специального устройства и на выходе получить чистый продукт. «Наша технология позволяет превратить дешевый отход производства в нечто ценное и экологически чистое, ведь, разлагая глицерин, мы не загрязняем атмосферу углекислым газом, а лишь возвращаем в нее то, что было изъято растением», — говорит руководитель работы.

## В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

Лазерный скальпель в руках хирурга — уже не экзотика. Однако физики до сих пор не до конца понимают, как же он работает. Ясность попытались внести ученые из университета Вандербильта (США) во главе с доцентом Шейн Хатсон. Приняв, что поскольку тело человека большей частью состоит из воды, они ставили опыты именно на этом веществе, а потом перешли к поиску отличий во взаимодействии лазерного луча с биологическими тканями. Как оказалось, инфракрасный лазер фактически сжигает вещество, разрушая составляющие его молекулы. При этом он сплавляет ткани, закупоривая кровеносные сосуды, поэтому такой лазер применяют во время операций, связанных с большим кровотечением.

Совсем по-другому работают импульсные лазеры видимого и ультрафиолетового диапазонов: они возбуждают не молекулы, а отдельные электроны. Те порождают настоящие лавины заряда, образуя микрооблака плазмы. Взрываясь, эти облачка раздвигают молекулы ткани, повреждая их в меньшей степени. Не случайно именно такие лазеры применяют во время тонких операций на глазе или мозге. За перенос электронов в клетке отвечает специальная молекула, NADH. Она легко поглощает фотоны в ближнем ультрафиолете, и освободившиеся в результате электроны инициируют возникновение облачка плазмы. Но живые ткани различаются по содержанию NADH. Например, в роговице глаза этого вещества нет, поэтому она ведет себя под лазерным скальпелем подобно воджному гелю.

## В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

Человеческое зрение прошло длинный эволюционный путь, компьютерное — только зарождается, ему не более 30 лет. Машине с трудом дается то, что не представляет для нас никакого труда, например увидеть на фотографии лицо человека, понять, оно одно или изображений несколько. Зато компьютер с легкостью строит объемные изображения кровеносных сосудов мозга или дорожной сети.

Сотрудники университета Хайфы под руководством Даниила Керена создали программу, с помощью которой компьютер способен стать специалистом в области живописи.

Программа превращает любую картину — пейзаж, портрет, натюрморт, жанровую сценку — в набор математических символов, значений синусов и косинусов углов. Узнав одно или несколько произведений художника, машина создает для себя индивидуальный стиль этого автора и в дальнейшем может опознать его по другим картинам, которых до сих пор не видела.

По словам Керена, компьютер узнает работы конкретного художника в разных жанрах, совсем непохожие друг на друга. Потренировавшись, в частности, на часах Дали, машина впредь всегда узнает его картины, даже те, нам которых нет часов.

«На данном этапе разработки программа полезна новичкам на поприще коллекционирования, которые не всегда умеют отличить оригинал от подделки. Что касается собственно компьютерного зрения, работа в этой области только начинается», — полагает Даниил Керен.

Подготовили **О.Баклицкая-Каменева, С.Комаров, Е.Сутоцкая**



# Феномен шестидесятых

Одна из идей Д.И.Менделеева — наука и искусство имеют общие корни и решают общие задачи познания мира (см. «Химию и жизнь», 2006, № 12). Но это значит, что должны совпадать и закономерности их развития, и стадии активного взлета и падения. Эти синхронные периоды развития действительно существуют, и мы постараемся проиллюстрировать это на примере 60-х годов XIX века. Правда, они не всегда совпадают полностью, хотя бы потому, что в обеих сферах огромную роль играют отдельные личности и появление великого художника или великого ученого может резко ускорить развитие какой-либо области. Но чаще всего периоды расцвета в искусстве и в науке (так же, как и периоды упадка) происходят примерно в одно и то же время.

Один из самых ярких примеров — подъем культуры и науки в 60-х годах XIX века. Эту эпоху мы выбрали потому, что тогда все происходило особенно ярко и бурно: освобождение крестьян (1861), реформы государственного устройства, открытие Периодического закона. Предшествующий период, царствование Николая I, характеризовался, наоборот, общественным и культурным упад-

ком. Кроме того, в некоторых отраслях науки и искусства происходила смена представлений, подходов и жанров. Те, кто составлял славу культуры и определял ее ход, сошли со сцены, а те, кому было суждено определить ее новый расцвет, выбирали иное направление.

Удивительно — именно к 60-м годам чуть ли не во всех областях подросло новое поколение гениев и талантов. Вообще, высокотворческие люди чаще всего рождаются близко друг к другу во времени. На это уже давно обратил внимание писатель Сергей Залыгин: по его образному выражению, почти всех гениев русской литературы XIX века можно было бы представить детьми одной матери, которая в 16 лет родила первенца Пушкина, а в 45 — последнего, Льва Толстого. Действительно, почти все они (единственное исключение — А.П.Чехов) родились в этот 29-летний — промежуток. Но то же самое можно сказать и о других областях искусства и науки. Если взяться перечислять тех, кому в 1860 году было от 10 до 35, то список получится очень внушительный.

Надо учесть, что и в европейской культуре середина XIX века оказалась временем перелома. В первой поло-



**В.В.Горохов,**  
кандидат технических наук  
**А.Ю.Закгейм**



#### РАССЛЕДОВАНИЕ

вине столетия в художественной литературе, в музыке и в живописи господствовало единое направление — романтизм, а с середины века его начали сменять другие. В науке тоже происходила смена устоявшихся представлений. Работы Э.Галуа, Б.Римана, Г.Кантора существенно изменили весь облик математики, работы Н.И.Лобачевского и Я.Бойаи заложили основы неевклидовой геометрии. В физике Дж.К.Максвелл обобщил достижения первой половины века и открыл новые пути, написав уравнения электромагнитного поля и заложив основы статистической физики. В 1859 году была опубликована работа Ч.Дарвина «Происхождение видов», радикально изменившая основное направление развития науки о жизни. В химии окончательно утвердилось атомно-молекулярное учение, и вскоре она поднялась на новый уровень (в большой мере благодаря трудам российских ученых). В географии завершилась эра великих мореплавателей на парусных судах. За исключением полярных областей, все побережья в основном были изучены, исследования переместились в глубь материков.

С чем же подошла к началу 60-х российская культура?

## Литература

Здесь важны два момента. Во-первых, с эпохой Николая I завершился первый период расцвета нашей литературы и большинство ее великих творцов умерло. В 1831 году не стало Дельвига, в 1837-м убили Пушкина, в 1841-м — Лермонтова, в 1842-м скончался Кольцов, в 1844-м — Крылов и Баратынский, в 1852-м — Жуковский и Гоголь. Во-вторых, назрело коренное изменение характера литературы: в эпоху Пушкина ее центром была поэзия, и даже единственный прозаик Гоголь остался в литературе как самый поэтичный из прозаиков. А теперь ведущей становится проза. Это несмотря на то что в 1860 году еще в расцвете было творчество Ф.И.Тютчева (ему 57 лет), а А.К.Толстому, А.А.Фету и Н.А.Некрасову было всего около сорока лет. Но проза все же выходит на первый план.

Есть еще один момент. Поистине героическая деятельность А.С.Пушкина, В.Г.Белинского, А.А.Краевского привела к тому, что русская литература смогла пройти 40—50-е годы с меньшими потерями, чем другие направления культуры. Те, кто начал создавать ее расцвет в 60 годы, начинали далеко не с чистого листа, и их была целая гвардия: в 1812 году родились А.И.Герцен и И.А.Гончаров, в 1817-м — А.К.Толстой и А.В.Сухо-во-Кобылин, в 1818-м — И.С.Тургенев, в 1820-м — А.А.Фет, в 1821-м — Ф.М.Достоевский и Н.А.Некрасов, в 1823-м — А.Н.Островский, в 1826-м — М.Е.Салтыков, в 1828-м — Л.Н.Толстой и Н.Г.Чернышевский, в 1831-м — Н.С.Лесков. Моложе были те, кто составлял так называемое демократическое крыло: Н.А.Добролюбов родился в 1836-м, Д.И.Писарев — в 1840-м, Г.И.Успенский — в 1843-м.

Нельзя не сказать о важной роли литературных журналов, поскольку сохранить качество литературы без них было бы невозможно. «Современник», «Отечественные записки» были центрами, объединявшими писателей, а также проводниками, связывающими их с читателями, воспитывающими у людей высокий литературный вкус. Можно отметить еще одно явление той поры. У непритязательных потребителей большим успехом пользовались другие издания, например «Библиотека для чтения» О.И. Сенковского. Но и этот журнал, ориентированный на массовый успех у не очень культурного читателя, не мог не учитывать высокого уровня своих конкурентов. В «Библиотеке для чтения» были опубликованы «Пиковая дама» Пушкина, стихи Лермонтова, а позднее — произведения Л.Н. Толстого, Островского и Тургенева. С середины 50-х годов на литературную жизнь страны стали оказывать влияние «Полярная звезда» и «Колокол», деятельность А.И.Герцена и Н.П.Огарева на пороге шестидесятых дала еще один толчок отечественной словесности.

## Живопись, скульптура, архитектура

Здесь николаевская эпоха охарактеризовалась еще более резкой сменой поколений. На ее излете и в начале правления Александра II умерли практически все великие художники начала века: в 1835 году — И.П.Мартос, в 1836-м — О.А.Кипренский, в 1847-м — А.Г.Венецианов, в 1852-м — К.П.Брюллов и П.А.Федотов, в 1857-м — В.А.Тропинин, в 1858-м — А.А.Иванов. Из старшего поколения остался чуть не единственный И.К.Айвазовский. В архитектуре завершилась эпоха строительства шедевров классицизма и ампира. В 1834 году не стало О.И.Бове, в 1849-м — К.И.Росси, в 1858-м — А.А.Монферрана. Еще был жив А.П.Брюллов, но главные его творения остались в прошлом. Из крупных мастеров активно работал, пожалуй, только К.А.Тон, а в целом архитектура переживала упадок, затянувшийся до конца века.

Зато в живописи и отчасти скульптуре подрастала молодая смена, которая в недалеком будущем обеспечила мощнейший в нашей истории расцвет изобразительного ис-

куства. За два десятка лет так же «компактно», как и писатели, родились будущие выдающиеся художники: в 1830 году — А.К.Саврасов, в 1831-м — Н.Н.Ге, в 1832-м — И.И.Шишкин, в 1834-м — В.Г.Перов, в 1837-м — И.Н.Крамской, в 1839-м — К.Е.Маковский, в 1841-м — А.И.Куинджи, в 1842-м — В.В.Верещагин, в 1843-м — М.М.Антокольский и Г.И.Семирадский, в 1844-м — И.Е.Репин, В.Д.Поленов, К.А.Савицкий, в 1846-м — В.Е.Маковский и Н.А.Ярошенко, в 1848-м — В.И.Суриков и В.М.Васнецов, в 1850-м — Ф.А.Васильев. Как мы знаем, расцвет отечественной живописи в 60-х не заставил себя ждать.

Похожим было положение в музыке. В 40—50-е годы ушли из жизни крупнейшие композиторы начала века: в 1848-м — А.Е.Варламов, в 1851-м — А.А.Алябьев, в 1857-м — М.И.Глинка, в 1858-м — А.Л.Гурилев. Из старшего поколения дожили до начала 60-х только А.С.Даргомыжский и скончавшийся в начале десятилетия А.Н.Верстовский. Но на смену им шли те, кто также успел родиться за 20—40 лет до этого: в 1820-м — А.Н.Серов, в 1829-м — А.Г.Рубинштейн, в 1833-м — А.П.Бородин (композитор и химик), в 1835-м — Н.Г.Рубинштейн и Ц.А.Кюи, в 1837-м — М.А.Балакирев, в 1839-м — М.П.Мусоргский, в 1840-м — П.И.Чайковский, в 1844-м — Н.А.Римский-Корсаков.

## Наука

Мы уже сказали, что 60-е годы оказались периодом расцвета российской химии. Основанная М.В.Ломоносовым и подхваченная в начале XIX века такими учеными, как В.М.Севергин, Г.И.Гесс, Б.С.Якоби, отечественная химическая наука получила следующую плеяду замечательных исследователей благодаря великим педагогам А.А.Воскресенскому и Н.Н.Зинину. Не случайно Воскресенского прозвали «дедушкой русской химии». При этом в 1860 году оба они были еще не стары, а воспитанная ими смена совсем молода: Н.Н.Бекетов родился в 1827-м — А.М.Бутлеров — в 1828-м, А.П.Бородин — в 1833-м, Д.И.Менделеев — в 1834-м, В.В.Марковников — в 1837-м, Ф.Ф.Бейльштейн — в 1838-м, Д.К.Чернов — в 1839-м, Н.А.Меншуткин — в 1842-м. Очень важно, что эта молодежь достигла научной зрелости именно тогда, когда окончательно утвердилось атомно-молекулярное учение: они «подоспели к сроку».

В других науках также наблюдался очевидный взлет. В середине века еще продолжал работать великий биолог и географ К.М.Бэр. Но ему на смену уже шли А.Н.Бекетов (родился в 1825-м), Н.А.Северцов (1827), И.М.Сеченов и Н.П.Варнер (1829), А.О.Ковалевский (1840), В.О.Ковалевский (1842), А.А.Иностранцев (1843), И.И.Мечников (1844). В 60-е годы некоторые из их первых работ сразу стали классикой, а в последующие десятилетия они подхватили и развили мощный импульс дарвиновского учения.

В географии в эпоху Николая I тоже произошел перелом. Так же как и во всем мире, закончилась эра великих путешествий на парусных судах, начатая Диашем и Колумбом. Предыдущая плеяда великих путешественников умерла: Ю.Ф.Лисянский (1837), И.Ф.Крузенштерн и О.Е.Коцебу (1846), М.П.Лазарев (1851), Ф.Ф.Беллинсгаузен (1852). До 60-х дожил Ф.П.Литке, но он уже не путешествовал. Теперь интересы географов переместились на исследование далеких внутриконтинентальных областей. Для России жизненно важными были земли Центральной Азии, Сибири и Дальнего Востока. Молодые путешественники, которым в 1860 году было от 10 до 33 лет (П.П.Семенов-Тянь-Шанский, Н.М.Пржевальский, П.А.Кропоткин и А.И.Воейков, А.П.Федченко, О.А.Федченко и И.Д.Черский, И.В.Мушкетов), прославились исследованием именно этих регионов. Единственное исключение — пожалуй, Н.Н.Миклухо-Маклай, который работал в дальних экзотических странах и был скорее этнографом, чем географом.

В математику и физику первой половины XIX века большой вклад внесли отечественные ученые Н.И.Лобачевский, М.В.Остроградский, Э.Х.Ленц, Г.И.Гесс, Б.С.Якоби, В.В.Петров, но до рассматриваемого нами периода большинство из них не дожило. Активно работал П.Л.Чебышев, но большинство тех, кто шел на смену, были еще слишком молоды или даже еще не родились, поэтому расцвет российской физики начался на грани XIX и XX веков. Новый расцвет отечественной математики обеспечили Е.С.Федоров, А.М.-Ляпунов, А.А.Марков, С.В.Корвин-Круковская (в замужестве Ковалевская).

Приведем несколько изохронных срезов состояния нашей науки и культуры — и посмотрим, что сделано в каждом году. Не претендуя на полноту, отметим только самые значительные события каждого года.

### 1860

Выходит роман Тургенева «Накануне» — само название очень точно отражает ожидание коренных перемен.

В Карлсруэ проходит знаменитый Всемирный химический конгресс. В делегации российских химиков Зинин, а также молодые Менделеев, Бородин и другие. Конгресс окончательно утвердил в химии такие понятия, как атом, молекула, эквивалент, атомный вес (нынешний термин — атомная масса).

### 1861 — год освобождения крестьян

Достоевский: «Униженные и оскорбленные». Некрасов: «Коробейники». За рубежом вышло первое полное издание «Былого и дум» Герцена.

Написаны картины Перова «Чаепитие в Мытищах», «Сельский крестный ход на Пасху», во многом повлиявшие на творчество передвижников.

Бутлеров опубликовал свою теорию химического строения, до сих пор служащую одной из основ теоретической химии.

Менделеев опубликовал статью, в которой впервые сообщалось об «абсолютной температуре кипения» (в дальнейшем она была названа критической температурой).

Опубликованы первые работы Ф.А.Бредихина по исследованию комет.

Появилась первая экспериментальная клиника терапии С.П.Боткина.

### 1862

Вышел роман Тургенева «Отцы и дети», где с большой художественной силой и предельной остротой поставлен вопрос о взаимоотношении естествознания и духовности. Опубликован роман А.К.Толстого «Князь Серебряный».

Открыт Публичный Румянцевский музей с библиотекой (ныне — Российская государственная библиотека).

Открылась Санкт-Петербургская консерватория. Балакирев создал Бесплатную музыкальную школу. Сложился балакиревский кружок («Могучая кучка»). Опера Серова «Юдифь». Работы Бутлерова по таутомерии.

### 1863

Начало выходить первое издание Толкового словаря живого великорусского языка В.И.Даля. Опубликованы «Казаки» и «Поликушка» Л.Н.Толстого. Начаты «Помпадуры и помпадури» Салтыкова-Щедрина. Появился роман Чернышевского «Что делать?», художественно слабый, однако сыгравший важную роль в духовной и политической истории России. Опубликованы «Стихотворения» Фета в двух томах.

Опубликован блестящий образец сатиры — «Проект о введении единомыслия в России» К.Пруткина. Статья Писарева «Реалисты»: парадоксальная, пожалуй, даже мальчишески-задиристая постановка вопросов о сущности литературы вызвала бурные дискуссии и заметно повлияла на всю литературную критику последующих десятилетий.

«Бунт» учеников Академии художеств во главе с Крамским, образование Петербургской артели художников. «Тайная вечеря» Н.Ге.

## 1864

Полная публикация трилогии Л. Толстого «Детство», «Отрочество», «Юность». Некрасов: «Мороз, Красный нос». Лесков: антинигилистический роман «Некуда».

Северцов исследует флору и фауну Тянь-Шаня.

## 1865

«На бойком месте» Островского.

Опера Серова «Рогнеда».

Открыта Петровская сельскохозяйственная академия (ныне — им. К.А. Тимирязева) и Новороссийский университет (в Одессе).

Марковников описал изомерию жирных кислот. Н.Н. Беке-тов изобрел алюминотермию.

Начало работ А.О. Ковалевского по эволюционному род-ству позвоночных и беспозвоночных.

Н.И. Пирогов опубликовал 1-й том «Начал общей военно-полевой хирургии» (на немецком языке). Эта публикация сразу получила высочайшую оценку мирового медицинского сооб-щества.

## 1866

Достоевский: «Игрок», «Преступление и наказание». Не-красов опубликовал пролог к «Кому на Руси жить хорошо». А.К.Толстой: «Смерть Иоанна Грозного».

Открытие Московской консерватории.

Опубликованы «Рефлексы головного мозга» Сеченова.

При Московском университете открыта первая детская клиника. Вышел 2-й том «Начал...» Пирогова.

Создано Российское техническое общество (Санкт-Петер-бург).

## 1867

Тургенев: «Дым». Опубликован единственный прижизнен-ный сборник стихотворений А.К.Толстого.

Открылся Первый съезд русских естествоиспытателей и врачей.

Всемирная выставка в Париже; по ее материалам Менде-леев выпускает книгу «О современном развитии некоторых химических производств в применении к России».

Предложен параллелограм Чебышева — механизм для со-общения элементам устройств прямолинейного движения.

Первое путешествие Пржевальского в Уссурийский край.

## 1868

Достоевский: «Идиот». Тургенев: «Первая любовь». Остро-вский: «На всякого мудреца довольно простоты». Тютчев: сбор-ник «Стихотворения». А.К.Толстой: написаны «Царь Федор Иоаннович», запрещенный к постановке, и «История государ-ства Российского от Гостомысла до Тимашева», опубликован-ная лишь через 15 лет, уже после смерти автора.

Вчерне завершена опера Даргомыжского «Каменный гость» (оркестровку сделали Кюи и Римский-Корсаков по завеща-нию автора).

Образовано Русское химическое общество. Открытие то-чек Чернова — критических температур, при которых проис-ходят фазовые превращения в стали.

Начало исследований В.О.Ковалевского по эволюционной палеонтологии. Начало путешествий по Средней Азии А.П. и О.А.Федченко.

## 1869

Закончена публикация «Войны и мира» Л.Н.Толстого. Сал-тыков-Щедрин начал «Историю одного города» и «Господ Ташкентцев». Островский: «Горячее сердце». Гончаров: «Об-рыв». Завершена трилогия Сухово-Кобылина («Свадьба Кре-чинского», «Дело», «Смерть Тарелкина»).

Первая симфония Чайковского («Зимние грезы»). Первая симфония Бородина. Первая редакция «Бориса Годунова» Мусоргского.

Менделеев открыл Периодический закон. Вышла первая часть «Основ химии» Менделеева. Сформулировано Прави-ло Марковникова. Второй съезд русских естествоиспытате-лей и врачей.



## РАССЛЕДОВАНИЕ

Если мы возьмем последние 200 лет, то смело можно ут-верждать, что явные взлеты науки и искусства происходили в начале XIX века (эпоха Пушкина), в 60-е годы, о которых мы говорили, на грани XIX и XX веков (Серебряный век и огром-ное количество научных открытий), а потом можно отметить явные два пика XX века — в 20-е годы и 45—60-е годы. Каждый из этих периодов заслуживает отдельного подробного рас-смотрения, что мы, возможно, еще и сделаем.

Очень хочется постигнуть причины таких феноменов, а со-ответственно понять: в силах ли наше общество повторить такой расцвет культуры и что можно сделать для его прибли-жения? Пока есть множество сложнейших вопросов, и на боль-шинство из них нет ответа. Единственное, что ясно: тот факт, что в короткий по историческим меркам промежуток времени появилось так много творцов культуры и науки, нельзя объяс-нить невероятным капризом генетики. Наверное, вслед за замечательным генетиком В.П.Эфроимсоном можно сказать: таланты рождаются гораздо чаще, чем нам представляется. Но лишь очень малая часть людей свои задатки реализует. Это происходит только тогда, когда возникают благоприятные исторические условия. В этом случае таланты и гении прояв-ляют себя один за другим. Но что это за условия? Пока на эту тему можно лишь строить не очень обоснованные предполо-жения, тем более что, скорее всего, здесь необходим целый комплекс условий.

Одним из толчков мог оказаться общественный подъем, на-чавшийся после поражения в Крымской войне. Есть и другой фактор — это общеевропейский рост культуры после великих потрясений конца XVIII — начала XIX веков.

Когда-то у Гете спросили: в каком возрасте следует начать воспитывать ребенка? Он ответил, что начинать воспитывать ребенка надо в день зачатия его деда. Деды героев нашей статьи были зачаты от середины до конца предыдущего XVIII века — в эпоху, когда был заложен фундамент отечественной светской культуры. Через сотню лет то, что сеяли Л.Эйлер и М.В.Ломоносов, Ф.С.Рокотов и Д.Г.Левицкий, В.В.Растрелли и В.И.Баженов, А.П.Сумароков и многие другие, дало обиль-ные всходы.

Кроме того, в эпоху, о которой мы говорим, ярко прояви-лась способность многих творцов совмещать в себе ученого и художника. Менделеев был химиком, физиком, технологом, экономистом и признанным знатоком живописи, членом Ака-демии художеств; Бородин — химиком и композитором; Кюи — военным инженером и композитором; Ярошенко — артилле-ристом и живописцем; Вагнер — зоологом и беллетристом. Мы перечислили лишь тех, чья деятельность в обеих сферах была успешна и получила широкую известность. Для многих других приобщение к искусству было душевной потребнос-тью, но не выходило на профессиональный уровень. Это еди-нение науки и искусства крепило культуру как цельную систе-му и повышало ее потенциал.

В наши дни состояние культуры гораздо ближе к 1850 году, чем к 1860-му, и, пожалуй, даже некоторые явления 1850-х для нас — труднодостижимый образец. Можно ли надеяться, что не так далек день, когда в авангард культуры выйдут но-вые люди — те, кто сегодня еще учатся в школе и чьи деды появились на свет во времена великой победы над фашиз-мом? И тогда, может быть, культурный феномен почти полуто-равековой давности воспроизведется на новом уровне?



# Истоки споров о Дарвине

А.М.Черников

Немало — девять месяцев. И все же  
Срок обозрим, ведь тут и года нет.  
А сын во мне за это время прожил  
Десятки тысяч, сотни тысяч лет.

Всех видов жизни мерил он обличья:  
Нес панцирь, плавниками обрастал,  
Лез в чешую, рядился в перья птички,  
Таился, полз, и плавал, и летал.

Он видел взросший папоротник серый  
И белый мир в период меловой.  
При нем была и суша с атмосферой,  
И океан великий мировой...

А я жила как все. Считала сроки.  
И много раз, пока недели шли,  
Мне вспоминались школьные уроки  
О древе жизни, юности земли...

Надежда Веселовская



## РАЗМЫШЛЕНИЯ

В 2009 году мы отметим даты, имеющие исключительную важность для биологов и всех тех, кто интересуется судьбой естествознания, судьбой науки вообще и задумывается о будущем цивилизации, существование которой без современной науки невозможно. Эти даты — двухсотлетие со дня рождения Чарльза Дарвина и столетие выхода в свет его эпохального труда «Происхождение видов путем естественного отбора».

В истории науки нет другого ученого, с именем которого были бы связаны столь ожесточенные и продолжительные споры. Ненависть к Дарвину и его наследию в некоторых социальных группах в разных странах устойчиво держится на предельной отметке. Например, одна из иностранных «научных» работ, опубликованных сравнительно недавно, в 1982 году, названа: «Заставил ли Дарвина это сделать дьявол?» Наступившее тысячелетие не снизило напряженность в дискуссиях об эволюции. Напротив, по социокультурным причинам (рост религиозности, противостояние конфессий и т. п.) проблема обострилась.

С другой стороны, что нового можно сказать о Дарвине после написанного им самим и опубликованного о нем за полтора века неослабевающего интереса? Но в том-то и парадокс, что идеологическое противостояние, длительная война креационизма и эволюционизма не дают возможности объективно исследовать личность Дарвина. Каждая из сторон создала свой образ ученого и навязывает его другим. Соответствует ли действительности то, что нам преподавали в школе и в вузе? Кто он — Чарльз Дарвин?

История науки знает множество примеров непостижимого интеллектуального упрямства. Индивидуального, проявившегося в противостоянии научному сообществу, и массового, связанного с непониманием или неспособностью научного мира принять или признать новые идеи. История возникновения и развития эволюционных представлений — интересный и поучительный тому пример.

Объяснение эволюции природы было у Дарвинов семейной традицией. Дед Чарльза по отцовской линии — Эразм Дарвин (1731–1803) — врач, натуралист, поэт, в своем труде «Зоономия, или Законы органической жизни» (1794) развивал натурфилософские представления об эволюции жизни и предвосхитил учение Ламарка и отчасти внука Чарльза. Уильям Ирвин писал об Эразме Дарвине: «Острослов и заика, врач, сочинявший стихи о ботанике, изобретатель-механик, ходячая энциклопедия и покоритель женских сердец... его эволюционные взгляды, хоть и возникшие под несомненным влиянием Бюффона, явно заключают в себе фрейдистские тенденции. Животные эволюционируют... реагируя на раздражители в категориях любви, голода, чувства самосохранения».

Чарльз перечитывал сочинение деда дважды и «был разочарован, обнаружив обилие идей при скудости фактов». Последнее обстоятельство, впрочем, не помешало ему отстаивать честь деда в переписке с французским энтомологом Ж.А.Фабром по спорному вопросу об инстинктах насекомых.

У Чарльза было очень много предшественников. В статье об эволюции нельзя не упомянуть о Ламарке, жаль, рассказать о нем здесь нет возможности. Немало ученых, подготовивших путь Дарвину, было и в Англии. Идею эволюции под-

держивали и пропагандировали многие его современники. В 1844 году английский издатель, ученый и литератор Роберт Чеймберс (1802–1871) анонимно опубликовал сочинение «Следы естественной истории творения», в которой излагал собственный взгляд на эволюцию органического мира. Книга пользовалась популярностью и выдержала несколько изданий, уже самим фактом своего существования подготовив общественное мнение к восприятию дарвинизма, но в научном плане теория Чеймберса потерпела сокрушительное поражение. В одном из писем Дарвин назвал Чеймберса — «господин Рудимент».

Дарвин и его теория, несомненно, испытали влияние множества людей и идей. Исключительное воздействие оказал Чарльз Лайелл (1797–1895) — крупнейший английский геолог, университетский преподаватель Дарвина и впоследствии его близкий друг.

Отправляясь в экспедицию на «Бигле», будущий реформатор биологии приобрел книжную новинку — первый том «Основных начал геологии», в котором Лайелл ввел в геологию принципы эволюционизма. Дарвин внимательно изучил книгу и стал убежденным сторонником эволюции во всех естественных науках, то есть стал глобальным эволюционистом, выражаясь современным научным языком. Справедливости ради необходимо отметить, что в указанный период многие ученые мыслили категориями эволюции. «Кант и Лаплас обнаружили ее в Солнечной системе, Лайелл — на поверхности Земли, Гердер — в истории, Ньюмен — в церковных доктринах, Гегель — в абсолютной идее, а Спенсер — почти во всем на свете».

В октябре 1838 года Дарвин «ради развлечения» прочитал книгу Томаса Роберта Мальтуса (1766–1834) — одного из самых известных ученых своего времени. В 1798 году он анонимно опубликовал книгу «Опыт о законе народонаселения в связи с будущим совершенствованием общества». Успех этой работы подтверждается тем, что при жизни автора вышло шесть изданий. В 1805 году Мальтус получил кафедру профессора современной истории и политической экономии Ост-Индской компании. Исследуя социально-демографические проблемы человечества, он обнаружил диспропорцию между потенциальным ростом численности населения (геометрическая прогрессия) и увеличением средств существования (арифметическая прогрессия). Это противоречие, по мнению Мальтуса, природа разрешает просто, прямолинейно и беспощадно: приводит обе функции в соответствие путем резкого сокращения численности населения в процессе эпидемий, войн и прочих катаклизмов. Последующие рассуждения привели ученого к выводу о том, что плодovitость бедняков — главная причина их жалкого положения в обществе. Эти идеи стали прототипами целого комплекса биологических понятий и теорий: биотический потенциал и жизненная емкость среды, борьба за существование и естественный отбор, и в итоге натолкнули Дарвина на мысль об эволюции путем естественного отбора.

Споры о Мальтусае не утихают до наших дней. Одни считают его беспристрастным философом, открывшим универсальный закон жизни, другие — реакционером и человеконенавистником. В оправдание ученого отметим, что он никогда не

призывал к уменьшению населения при помощи войн, болезней, нищеты и пороков, хотя отмечал другие факторы «торможения»: безбрачие, вдовство, поздние браки. Как истинный философ, он видел во всем несколько сторон, даже в своей неутешительной теории. Перенаселение – не только зло, но и в определенном смысле благо, ибо вынуждает людей низкого типа – не желающих развиваться и совершенствоваться – из-за конкуренции качественно трудиться за рыночную цену.

Отметим рационально необъяснимый факт, связанный с возникновением и развитием эволюционно-биологических и социально-демографических идей. Не раз бывало, что год выхода эпохального сочинения совпадал с годом рождения человека, которому суждено было внести замечательный вклад в новую область знания. Когда появился «Опыт о законе народонаселения» – в 1798 году – родился Огюст Конт. В 1809 году увидели свет «Философия зоологии» Ламарка и Чарльз Дарвин. В 1866 году в трудах общества естествоиспытателей города Брюнны была опубликована работа Грегора Менделя об экспериментах с горохом, а в американском провинциальном городишке появился на свет Томас Морган. Эти факты невозможно объяснить с позиций современной науки – будем считать их простым совпадением.

В чем кроется причина успеха теории Чарльза Дарвина? Очевидно, у него были объективные и субъективные причины.

В списке субъективных, но исключительно важных причин – «информационное поле», созданное Дарвином. Множество факторов влияют на результативность работы ученого: в какой стране он живет, занимает ли официальную должность в научной иерархии или является частным исследователем и прочие. Но все они могут быть нивелированы «информационным полем», созданным личными усилиями исследователя. Что есть «информационное поле»? По нашему мнению, это системное понятие включает ряд критериев: значимость и частоту публикаций, контакты с ведущими экспертами в своей области науки, участие в научных конференциях, диспутах и т. п., преподавание в университетах или других учебных заведениях и другие формы общественной активности, которые в последние годы стали называть PR – public relation. Иными словами, «информационное поле» – это результат «пиара». Дарвин был превосходным пиарщиком! Уильям Ирвин отмечал: «Следуя отцовскому правилу, Дарвин отвечал на все письма и никогда ни одного не выбрасывал <...> он по обширности переписки превзошел почти всех своих современников. Как и многие отшельники, с пером в руке он становился самым общительным из людей».

В числе объективных причин популярности – удивительная своевременность публикации книги «Происхождение видов путем естественного отбора» (1859). Тот же Уильям Ирвин писал, что «в эволюционных проявлениях природа вполне созвучна викторианской повседневности». Это утверждение хорошо иллюстрирует влияние социокультурных факторов на научные парадигмы, доминирующие в разные исторические эпохи. С таким же успехом, правда, можно утверждать, что эволюция природы созвучна античной, средневековой и даже постиндустриальной повседневности. Увы, викторианской эпохе соответствовала не эволюция природы, а господствующее представление о ней. Несмотря на старания Дарвина поставить свою теорию на строгую экспериментальную почву, сделать это во второй половине XIX века было невозможно: уровень развития естественных наук был недостаточным, поэтому теория эволюции в течение длительного времени оставалась важным и глубоким, но в основном только философским обобщением.

На роль вождя эволюционистов претендовало немало ученых и мыслителей, в том числе несколько англичан – современников Дарвина: Чеймберс, Спенсер и другие. Философ Герберт Спенсер (1820–1903) – один из родоначальников позитивизма – пытался построить систему философии и со-

циологии на основе учения о всеобщей эволюции. Ирвин отмечал, что «Герберт Спенсер десятки лет безудержно предавался рассуждениям об эволюции, причем рассуждениям самого дерзостного свойства, не вызвав, однако, и десятой доли такого шума, волнений, преданности, злобы, вражды, как Дарвин». Даже Роберт Оуэн (1804–1871) – английский зоолог и палеонтолог, с которым вел исторический диспут Томас Гексли на заседании летом 1860 года в Оксфорде, и тот в письмах к редактору «Лондонского обозрения» не постеснялся заявить, что «раньше Дарвина разработал теорию естественного отбора». Но знаменем эволюционизма стал и до сих пор остается Дарвин.

По нашему мнению, успех Дарвина в создании и отстаивании эволюционной теории был предопределен следующими причинами:

1. Чарльз Дарвин посвятил своей цели всю жизнь;
2. Он представил на суд общественности продуманную, логичную и цельную теорию, которую невозможно было «расташить» по частям;
3. Он создал «информационное поле» (выражаясь современным языком), то есть в течение десятилетий активно публиковал свои работы и вел интенсивную переписку и лично общался со многими видными учеными, в том числе и с теми, от которых во многом зависело приятие или неприятие теории эволюции научным сообществом;
4. Дарвин продолжил и развил традиции эволюционистов, включая своего деда;
5. Он всю жизнь оставался открытым к восприятию новых идей – эволюционировал. «В своей любознательности к тому, что творится на свете, Дарвин был положительно всеяден. Он обожал факты все и всяческие, даже не имеющие отношения к науке»;
6. В доказательстве своей теории ученый опирался на любые факты, взятые из разнообразных источников: Лайелла, Кювье, Ламарка, Книги Бытия и даже Пейли – до личных общений и устных рассказов практиков.

В судьбе каждого великого ученого выпадают критические годы – точки бифуркации, дающие возможность выбора и предопределяющие дальнейшую судьбу.

Первая точка бифуркации в судьбе великого эволюциониста – 1831 год. Осенью он отправился на корабле «Бигль» («Гончая») к берегам Южной Америки. Биографы ученого описывают тяжелейшее пятилетнее путешествие так, как будто это была радостная и увлекательная экскурсия. На самом деле оно оказалось столь «приятным», что Дарвин никогда в жизни нигуда больше не плавал. В Южной Америке он перенес неизвестное заболевание, которое впоследствии мучило ученого всю жизнь.

Тяготы и лишения морской экспедиции на английском военном корабле в эпоху королевы Виктории описал друг и соратник Дарвина – Томас Гексли, тоже совершивший в молодости морское путешествие: «Сомневаюсь, чтобы ум человеческий способен был вообразить что-нибудь более унижающее и гнусное, чем такое положение, когда сто пятьдесят мужчин упрятаны в деревянный ящик и их, как нас сейчас, шпарит горячей водой... Нижняя и средняя палубы совершенно не проветриваются; своеобразный раствор человечины в пару заполняет их без остатка и окружает иллюминаторы зловещим ореолом. Жара такая, что спать невозможно, и единственная моя забава – наблюдать за тараканами, кои изволят пребывать в состоянии чрезвычайного и радостного оживления».

Томас Гексли (1825–1895), он же Томас Хаксли – основатель прославленной династии – дед писателя Олдоса Хаксли и биолога Джулиана Хаксли, профессор естественной истории и палеонтологии Горного училища, профессор Хирургического колледжа, секретарь (с 1871 года) и председатель (1883–1885) Лондонского королевского общества, который именовал себя «дарвиновским бульдогом». Дар-

вин шутя называл его «главным апостолом евангелия сатаны», а профессора Кембриджского университета — «профессором Вельзевулом».

Нравы и порядки в английском флоте в XIX веке гуманизмом не отличались. Существует обоснованное мнение, что многие традиции, подхваченные и развитые впоследствии преступным миром, впервые зародились в эпоху Великих географических открытий в замкнутом пространстве морских судов. Таким впечатлительным натурам, как Дарвин, в экспедиции было особенно тяжело, прежде всего по психологическим причинам. Его положение в корабельной иерархии было, вероятно, самым низким. А на что мог претендовать среди «морских волков» молокосос-натуралист, который не выполнял даже обязанностей матроса и непонятно чем занимался: сидел за книжками и собирал камешки, траву и жучков? Без сомнения, долгие пять лет на корабле не могли не повлиять на психику Чарльза Дарвина, ведь даже прославленный капитан «Бигля» Фицрой в конце жизни лишился рассудка.

Чарльз отправился в экспедицию в возрасте двадцати двух лет. Что погнало его на долгих пять лет в добровольное заключение на тесной посудине в огромном океане? Тирания отца? Есть в этом факте что-то недосказанное. Дочь Генриетта вспоминала, как однажды Чарльз сказал о Роберте Дарвине: «По-моему, в молодые годы отец не всегда относился ко мне справедливо, но как отпадно думать, что потом я сделал его любимцем». Случайно ли через много лет после этого, когда скончался Роберт Дарвин, его преуспевающий сын Чарльз, сославшись на нездоровье, отказался стать душеприказчиком покойного?

Переломным в жизни Чарльза Дарвина — вторая точка бифуркации — оказался 1858 год. Вначале он получил несколько писем от Альфреда Рассела Уоллеса, оказавшегося волею судьбы и колониальной политики Англии на Малайском архипелаге. Их автор был заочно известен Дарвину по статье, опубликованной в 1855 году в «Анналах естественной истории».

В мае 1857 года главный эволюционист получил от Уоллеса письмо с вопросами о разновидностях и выведении пород домашних животных, в декабре — еще одно с новыми вопросами из области биогеографии.

18 июня 1858 года в руках Дарвина оказалось письмо Уоллеса, которое вывело даунского затворника из его привычного спокойного состояния размеренной работы. Послание содержало знаменитую статью Уоллеса «О стремлении разновидности к неограниченному уклонению от первоначального типа» с кратким и четким изложением учения об эволюции и естественном отборе. Тяжело страдая от малярийной лихорадки в джунглях полуострова Малакка, Альфред Рассел Уоллес за одну неделю составил резюме своих пятилетних наблюдений и размышлений, совпавших с исследованиями Дарвина, которые тот вел в течение двадцати лет. Как такое могло случиться? По нашему мнению, этот факт свидетельствует о том, что в указанный период эволюционное учение в большей степени было философским обобщением, чем строгой научной теорией.

Дарвин был шокирован и писал своему учителю и другу Лайеллу: «Никогда не приходилось мне видеть совпадения более разительного. Будь у Уоллеса мой рукописный черновик, относящийся к 1842 году, он и тогда не мог бы составить лучшего извлечения! Даже термины его и те стоят у меня как названия глав... Итак, все мое первенство, к чему бы оно ни сводилось, разлетится в пух и прах, хотя книга моя, если она вообще будет чего-то стоить, от того не обесценится».

У Дарвина возникла мысль отказаться от своего приоритета, он даже начал соответствующее письмо, но не смог его дописать. Очевидно, что отказ Дарвина был бы неверным шагом, ибо его приоритет подтверждали многие ученые, с которыми он обсуждал ход своей двадцатилетней работы.



## РАЗМЫШЛЕНИЯ

В этот момент произошло трагическое событие, которое не оставило душевных сил для сомнений: от скарлатины скоротечно умерла маленькая дочка Дарвинов.

Вскоре в Лондонском королевском обществе был зачитан доклад, содержащий статью Уоллеса и краткий очерк Дарвина. Авторы на заседании отсутствовали: Уоллес был далеко, а Дарвин переживал свою горе и болезнь.

Уоллес не претендовал на первенство и письменно заявил, что «считает действия на заседании Королевского общества более чем великодушными по отношению к нему».

Симбиальная теория (лат. *simia* — «обезьяна»), которую развил Чарльз Дарвин в своих дальнейших трудах, если и не стара как мир, то уж точно пережила многие цивилизации. Восходит эта теория к древним верованиям некоторых народностей в собственное происхождение от обезьян. Один из основоположников отечественной антропологии Д.Н.Анучин в 1874 году писал, что «малайское племя орангбирма считает своими прямыми предками обезьян». Похожие версии существуют в Африке, Тибете, Южной Америке. Индийские князья в Парбандере с гордостью выводили свой род от лангура ханумана, ставшего героем бессмертной «Рамаяны».

Симбиальная теория пришлась не ко двору христианам. И это было не случайно, так же как попытки служителей культа стереть обезьянью теорию из памяти человечества. Ветхозаветное положение «Боги язычников суть дьяволы» в Новом Завете поддержано и усилено.

Негативную роль могло сыграть обожествление обезьян многими древними народами. До сих пор неодомашенные приматы почитаются в Индии, Японии, Перу, Китае, на Мадагаскаре. Особенно показателен культ обезьяны в Древнем Египте. Фараоны украшали себя павианьими хвостами, а гаматрил — плащеносный павиан (*Pario hamadryas*) в разные периоды истории Египта посвящался богу Солнца Ра, богу Луны и письменности Тоту и им обоим одновременно.

Чтобы внушить неприязнь к обезьянам как языческим богам, первоначально распространялись «научные факты» об их порочности. С тех пор повелось считать обезьяну олицетворением всяких пороков: пьянства (в английском языке «to suck the monkey» — буквально «сосать обезьяну» — значит быть пьяным), сексуальной распущенности и прочих. «По словам святого Августина, дьявол — это «божья обезьяна»: коварен, жесток, беспощаден, похотлив». Кстати, русское название «обезьяна» происходит от арабского «абу-сына», что означает «отец блуда».

Обезьяна была ненавистнее, чем человекоподобные олимпийские боги. Она была богом Египта — «страны тьмы», из которой бежал Моисей. Но не только: обезьяна претендовала на родство с человеком (как бы то ни было, идея о наличии такой связи существовала). Латинские слова *simia* и *pithecus*, пришедшие к нам из древности и употреблявшиеся для обозначения обезьян, стали синонимами сродства с человеком (производное *similar* — по-английски означает «сходный»). «Вошедшее в употребление с XVI века английское слово *monkey* (низшая обезьяна) служило, по сведениям британских филологов, для обозначения опять же сродства с человеком и подражания его действиям».



## РАЗМЫШЛЕНИЯ

Разве могла христианская церковь, учитывая все сказанное выше, согласовать свои догматы с симиальной теорией происхождения человека? Могла ли христианская церковь освятить пусть очень древнюю, но ужасную связь человека с таким низким существом, как обезьяна?

В результате неприятия симиальной теории обезьяна стала дьяволом — *Figura Diaboli*, что зафиксировано в «Физиологусе» (второй век н.э.) — первом компендиуме христианской зоологии.

В итоге современная латинская номенклатура приматов привносит немало нечисти: сатана (*satanas*), дьявол (*devilli*), привидение (*spectrum*), вельзевул (*belzebul*), молах (*moloch*), лемур (*lemur*), а глава дьяволов в христианской теософии — Вельзевул — встречается даже дважды: это видовые термины краснорукого ревуна (*Alouatta belzebul*) и длинношерстной коаты (*Ateles belzebuth*).

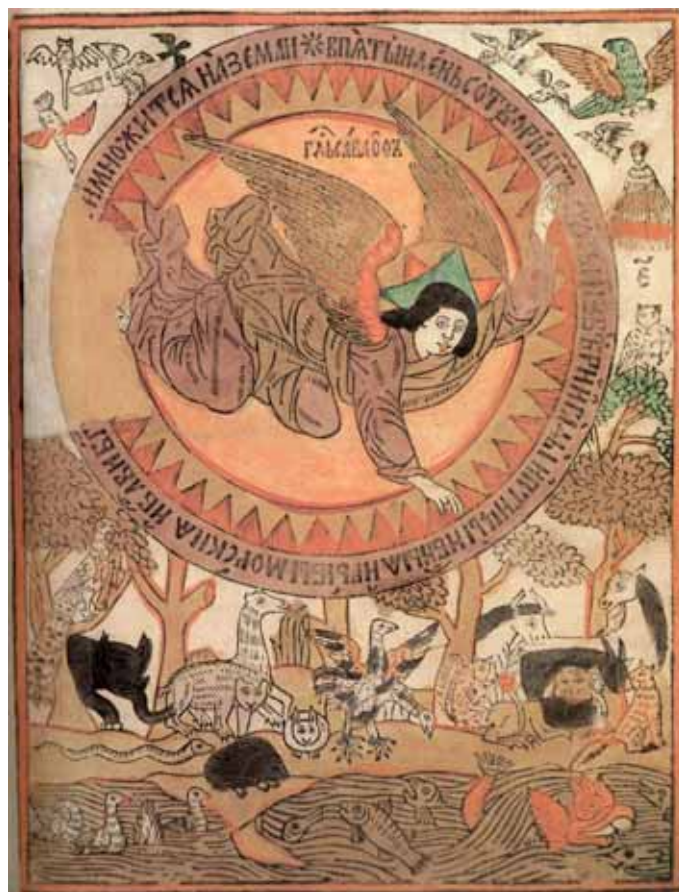
Геннадий Сидоров и Ольга Шустова пишут, что задолго до Дарвина «философы допускали существование человекоподобных существ до сотворения Адама. Декарт допускал, что после животных могли быть созданы неодухотворенные люди (прах), а следующей ступенью было непосредственное воздействие Бога и придание этим существам мыслящей души».

Далее они приводят несколько интересных сведений на эту тему. «В 1655 году Исаак делла Перейра напечатал в Париже сочинение о возможности существования неких «людей», живших до Адама, — «*Primi Homines ante Adamum*». Профессор теологии аббат Д'Анвье писал: «Преадамыды могли быть настоящими людьми, так как Библия оставляет нас свободными допустить человека ледникового, плиоценового и даже эоценового. Наука не может доказать, что они должны числиться в ряду наших предков».

Теологи продолжают настаивать на библейской концепции, полагая, что «лишь человек современного типа есть образ и подобие Божие, а его ископаемые предшественники имеют иное происхождение».

При этом многие из креационистов согласны с тем, что «древние пралюди, производные от земли, были сотворены тем же путем, что и остальные виды животных. В них было (особенно в неандертальцах) много того, что приближает их к современному человеку. Они умели изготавливать разнообразные орудия труда, строить жилища, охотиться, добывать огонь и пользоваться им», и видят отличие в духовности современного человека, поясняя при этом, что «богословы отождествляют понятие «духовность» с понятием «личность».

Если креационисты согласны с тем, что «древние пралюди... были сотворены тем же путем, что и остальные виды животных», то о чем же тогда идет спор? Никто из ученых не приписывал личностных характеристик современного человека неандертальцам, кроманьонцам, а уж тем более австралопитекам. Эволюционисты лишь доказывают наличие филогенетической связи с гоминидами и поэтапность развития человека. А если продолжают настаивать на каком-то особом способе сотворения (не путем поэтапного эволюционного развития), следовательно, они отрицают биологическую составляющую человека, изображая последнего словно ангела, имеющего душу, но не ходящего по грешной Земле, а парящего в небесах.



В XIX веке среди ученых и философов, пропагандировавших эволюцию, безусловно, доминировали англичане. Русский профессор А.Тихомиров назвал эволюционизм «английской болезнью». В этой связи вспоминается бытующее в народе мнение о том, что психические болезни заразны.

В науке и религии есть ряд общих черт, например господство единственной официальной доктрины (парадигмы), что не исключает возможности отдельной личности иметь свое особое мнение по любому вопросу. Утверждение о том, что все представители Церкви и ученые-теологи после выхода книги Дарвина выступили яркими противниками нового научного учения, искажает действительность. Английский профессор геометрии и приходской священник Поуэлл Баден (1796–1860), занимавшийся также проблемами физики — оптикой и тепловым излучением, — не только признал теорию Дарвина, но и считал эволюцию природы главным доводом в пользу Божественного промысла.

В 1996 году в своем Апостольском послании членам папской Академии наук папа Иоанн Павел II сделал заявление о том, что Римско-католическая церковь признает справедливость эволюционной теории и допускает, что тело человека сформировалось путем эволюции, но «душа привнесена в него Богом».

Прекрасно! Оставим дела духовные Церкви, а мы, ученые, продолжим свои исследования материи, и исчезнет само собой противостояние науки и религии.

### Что еще можно прочитать на эту тему:

**Уильям И.** Обезьяны, ангелы и викторианцы. Дарвин и Гексли. М.: Молодая гвардия, 1973.

**Фридман Э.П.** Занимательная приматология. М.: Знание, 1985.

**Сидоров Г., Шустова О.** Точка зрения. 2005, №11. [www.vcc.ru/reshenie/2005-11/167](http://www.vcc.ru/reshenie/2005-11/167).





# СИСТЕМА ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ БЕЛКОВ ProteomeLab™ PF2D

**АНАЛИЗ СЛОЖНЫХ БЕЛКОВЫХ СМЕСЕЙ С ВЫСОКИМ РАЗРЕШЕНИЕМ**



*ProteomeLab™ PF2D*

- АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ДВУМЕРНОЕ ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ
- ВОЗМОЖНОСТЬ СБОРА ЖИДКИХ ФРАКЦИЙ
- ВОЗМОЖНОСТЬ ЗАГРУЗКИ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА ОБРАЗЦА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ
- УЛУЧШЕННАЯ ДЕТЕКЦИЯ МАЛЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ БЕЛКОВ
- БЕЛКИ С НИЗКИМ МОЛЕКУЛЯРНЫМ ВЕСОМ
- ИЗОЛИРОВАННАЯ ЛИНИЯ ПОТОКА, УМЕНЬШАЮЩАЯ ВЕРОЯТНОСТЬ КОНТАМИНАЦИИ
- ВОЗМОЖНОСТИ ЗАГРУЗКИ ДО 5 мг ОБРАЗЦА
- ОДНОВРЕМЕННОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ БЕЛКОВ РАЗЛИЧНОГО pH

**Представительство  
Beckman Coulter Int.S.A.  
в России**

123056, Москва, ул. Ю.Фучика, д.6, стр. 2, эт.6  
тел.(495) 937-16-63, 937-16-64  
e-mail: [beckman.ru@beckmancoulter.com](mailto:beckman.ru@beckmancoulter.com)



# Общественные индивидуальности

Кандидат  
биологических наук  
**Н.Л.Резник**

**М**уравьи — насекомые общественные. Они живут семьей, каждый член которой выполняет четко определенные обязанности, и поэтому некоторые специалисты-мирмикологи не считают муравьиную семью полноценным сообществом, а самих муравьев рассматривают как запрограммированных природой биороботов. Но есть и другая точка зрения, которая не отказывает муравьям в индивидуальности, не отметая при этом и роли стереотипов.

Муравьи, как уже было сказано, имеют узкую специализацию. Есть среди них профессиональные матери, няни, сборщики пади, охотники, охранники, пастухи тлей — всех и не перечислить. Каждый специалист в своих занятиях руководствуется стереотипами, сиречь должностной инструкцией. Вот пример. Рыжим лесным муравьям свойственно гонять мелких хищных жужелиц. Для них жужелицы не еда, а потенциальные конкуренты — как же их не пугнуть! Так вот, встретив жужелицу, муравьи, собирающие падь, не обратят на нее внимания или постараются избежать встречи — это не их объект. Охотники на жужелиц нападают, но не очень часто, а охранники наверняка нападут, укусят или вцепятся мертвой хваткой. Поведение охотников и охранников во многом схоже, что неудивительно: охранные функции у рыжих лесных муравьев выполняют опытные муравьи, которые раньше охотились на подвижную добычу. Так же бывает и у людей: в охрану идут отставные «охотники» — военные и милиционеры. Сферу деятельности они меняют, а стереотип поведения сохраняется.



Еще пример. Луговым муравьям, «пастухам» и сторожам, находящимся при растении с тлями, экспериментаторы подкладывали мертвых комаров, пауков и мух. Это отличная еда, но пастухи не обращали на нее внимания; их задача — за тлями приглядывать. Сторожа обязаны были как-то среагировать, но и они не тащили добычу в муравейник, а переносили мертвых насекомых в прикорневую пещерку, в основании растения. Для доставки добычи в гнездо сторожа привлекали свободных фуражиров с ближайшего участка дороги, выполняя в данном случае роль координаторов. Тут стоит отметить, что территория луговых муравьев прекрасно приспособлена для жизни специализированных существ. Она, само собой, строго охраняется и пронизана сетью заглубленных в почву дорог. Все дороги поделены на зоны, к каждой зоне приписан постоянный контингент активных и пассивных фуражиров, которых при необходимости мобилизуют разведчики. Благодаря такой структуре муравьи и свои рутинные обязанности выполняют наилучшим образом, и к неожиданностям готовы. Как тут не вспомнить иных дам, которые выходят из дома за хлебом, а возвращаются с двумя полными сумками, но позабыв купить батон. А муравьи не отвлекаются — и поэтому ничего не забывают.

Однако же специализация, несмотря на все преимущества, могла бы здорово осложнить муравьям жизнь, если бы эти насекомые не умели применяться к обстоятельствам. Делают они это, быстро переключаясь на другой стереотип



*Муравьи рода мирмика со своими куколками*

поведения. Прекрасным примером служит охота красных муравьев на коллембол.

Коллемболы, они же ногохвостки, — мелкие бескрылые насекомые, живущие в лесной подстилке. На заднем конце тела у коллемболы есть специальная прыгательная вилка, с помощью которой она делает гигантские по сравнению со своими размерами прыжки в любом направлении. Мелкому красному муравью нечего и думать догнать такое существо, к нему можно только подкрасться и внезапно напасть. Однако, несмотря на такие сложности, в местах, где водится много ногохвосток, муравьи оставляют свою обычную дичь (тлей, личинок цикад, клопов и сухих беспозвоночных) и предпочитают добывать коллембол. При этом они обнаруживают редкое для охотников качество — способность переключаться с одного вида добычи на другой.

За муравьиной охотой удобно наблюдать в лабораторных условиях. Мирмикологи запустили ногохвосток в небольшие стеклянные контейнеры с гипсовым дном, куда накидали вместо подстилки прозрачную соломку, нарезанную из пластиковой бутылки. Открытые контейнеры вкопали в землю вблизи муравьиных гнезд (красные муравьи не строят больших муравейников). Муравьи могли свободно войти и выйти из контейнера, а 30 коллембол обречены были в нем сидеть, потому что не умеют лазить по стенкам.

У красных муравьев нет ни длинного жала, ни могучих челюстей. Если они встречают подходящую добычу, добывать ее приходится не силой, а умением. На коллембол нападают не все охотники подряд, а только мастера, владеющие особыми приемами охоты. Они ловко перемещаются в толще искусственной подстилки и, подкравшись к жертве, делают резкий выпад вперед, хватают ногохвостку челюстями сверху за передний конец тела, а в задний жалят.



*Рыжие лесные муравьи*



## ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

Добычу муравьи уносили в гнездо и сразу бежали за следующей. Обычно охота занимает около пяти минут и оканчивается удачно более чем в половине случаев — это очень хороший показатель для хищников, и беспозвоночных, и позвоночных. Красные муравьи не только умеют поймать коллемболу, но и точно знают, где ее искать. Так, в контейнерах без подстилки муравьи не задерживались. Очевидно, они понимали, что на голом месте ногохвостки не водятся, да к ним и не подобраться, потому что прятаться негде.

Охота на коллембол — безусловно, поведенческий стереотип, который проявляется как единый блок поведенческих реакций. При всем своем умении применяться к обстоятельствам красные муравьи не в состоянии прервать охоту: упустив ногохвостку, они часто «жалили» вхолостую. Но о том, что коллембола — добыча, муравью говорит не инстинкт, а опыт, либо личный, либо семейный. И умение поймать ногохвостку не врожденное — охоте надо научиться. Те муравьи, которым научиться не у кого, не могут изловить коллемболу: встретив, ощупывают усиками, как собрата-муравья, а получивши мертвую, не знают, что с ней делать.

Чему еще учится муравей? Как выяснилось, многому. Например, умению выпрашивать падь у тлей, но эта наука оказалась много проще охоты; муравьи осваивают ее всего за час. В первые же дни жизни муравьи учатся распознавать запахи. Они запоминают запах расплода, чтобы потом безошибочно узнавать своих личинок и куколок. Муравьи, родившиеся в чужой семье, относятся к личинкам и куколкам своего вида как к чужим. Насекомые, вышедшие из коконов в изоляции, тоже агрессивны по отношению к собственному расплоду.

Память у муравьев феноменальная. Луговые муравьи, например, запоминают и без ошибок передают по цепочке несколько бит информации. Этот факт ученые установили, гоняя муравьев по лабиринту «бинарное дерево». Лабиринт, сделанный из пластика, имеет четыре развилки и 16 конечных «ветвей». На концах ветвей находятся одинаковые кормушки, одна из которых заполнена сахарным сиропом, а остальные водой. Муравьи могли полакомиться сахаром только в лабиринте, который поместили на одной половине пластиковой арены. На другой, жилой половине находилось гнездо муравьиного семейства с рабочими особями, самкой и расплодом.

У луговых муравьев за добычей ходят разведчики и фуражиры. Экспериментаторы по очереди подсаживали потенциальных разведчиков на кормушку с сахарным сиропом, а выход из лабиринта они находили самостоятельно. Память об одном повороте занимает 1 бит. Вернувшись домой, разведчики контактировали с муравьями, еще не бывавшими у кормушки, а те, в свою очередь, сообщали маршрут другим фуражирам. Местонахождение «сахарной» кормушки меняли от опыта к опыту, разведчика, передавшего информацию, сразу изолировали, а лабиринт заменяли на нехоженный. Но муравьи-фуражиры, узнавшие координаты кормушки через вторые или третьи антенны, немедленно



*Купола рыжих лесных муравьев.  
Это целый...*

*А это разрушенный.  
Видно, что его построили вокруг  
трухлявого пня*



отправлялись в лабиринт и, не имея ни проводника, ни пахучего следа, безошибочно находили сахарный сироп. Более того, оказалось, что муравьи умеют улавливать закономерности и сжимать информацию. На передачу закономерной последовательности поворотов (шесть раз налево) они затрачивали меньше времени, чем на описание более короткой, но случайной последовательности (например, лево, право, право, лево, право). По способности улавливать закономерности луговые муравьи превзошли даже макаки и шимпанзе (а также некоторых школьников), но лишь в той области, которая для них жизненно необходима – в фуражировке.

Вообще, муравей может освоить сложнейшие навыки, если они не противоречат врожденным стереотипам. Например, рыжего муравья практически невозможно научить избегать конфликтов, потому что стиль его жизни – наступательная конкуренция.

Муравьи обладают огромным количеством врожденных навыков, которые надо уметь правильно использовать, и в этом муравью помогает личный опыт. Каждый муравей выбирает из арсенала стереотипных блоков поведения один-два, наиболее подходящих к случаю, и обучается быстро применять их в соответствующих ситуациях. А умеющего выбирать и учиться никто не осмелится держать за биоробота.

Однако не только отдельная муравьиная личность прекрасно применяется к обстоятельствам, но и огромное муравьиное поселение. У разных видов муравейники разного размера. Рыжие лесные муравьи строят довольно крупные жилища: до полутора метров в диаметре и в высоту до полуметра. Когда муравьев становится слишком много, семья разделяется и рядышком вырастает другой муравей-

ник. В благоприятных условиях рыжие лесные муравьи образуют комплексы из десятков и сотен контактирующих гнезд. Когда муравейник ломается, например от падения дерева, муравьи стараются восстановить свое жилище; это поведенческий стереотип. Если муравьям не мешать, через год-два купол будет как новенький. Но в жизни бывают и более сложные ситуации. К жилищу муравьев могут повадаться кабаны или браконьеры, которые охотятся за личинками муравьев. Они окончательно сокрушат поломанный и ослабленный муравейник, и тогда он погибнет еще до конца следующего сезона. Попытки восстановить дважды разрушенный купол заранее обречены на провал – у его обитателей просто не хватит сил. Муравьи таких попыток и не делают, они меняют тактику. Конечно, можно было понастроить мелких муравейников, которые не так бросаются в глаза, и рассеяться по всему лесу. Но рыжие лесные муравьи предпочитают концентрироваться в больших куполах, а еще лучше в комплексе из нескольких достаточно крупных и активных муравейников, и постоянно перестраивают свои поселения соответствующим образом. Скопление муравьиных куч – прекрасная мишень для разорителя, но и спасение от последствий систематического разорения. В кризисных ситуациях все решают кадры, а в крупном муравейнике легче поддерживать температурный режим, необходимый для регулярного успешного воспроизводства оплодотворенных самок и рабочих муравьев, которые все починят и всех накормят. Поэтому рыжие муравьи не прячутся. Если муравейник пострадал, его обитатели по знакомым тропам перебегают в соседние жилища (для того и строят муравейники рядом, чтобы было куда бежать). Там они живут, а поломанный муравейник в это время чинят. Вернувшиеся разорители обычно не трогают пострадавший купол, если рядом есть целые, а все гнезда одновременно кабаны разрушают крайне редко. Так что у муравьев обычно есть время на починку. Чтобы ускорить восстановление гнезда, муравьи стараются устроить его на прежнем месте. Часть беженцев селится на пнях, колодах, в кустарнике и в других местах, где гнездо трудно сломать. В результате такой стратегии ассоциация крупных муравейников довольно устойчива к внешним воздействиям, хотя и может стать жертвой браконьеров.

Родичи рыжих лесных муравьев, тонкоголовые муравьи, тоже создают крупные, сложно организованные поселения из нескольких сотен гнезд, но могут существовать и в одиночных муравейниках. Гнездо они сооружают в основном из травы, поэтому при необходимости легко перемещают его с места на место. Кроме того, тонкоголовые муравьи практически не пользуются дорогами, что в сочетании с легкими гнездами позволяет им легко менять форму организации поселений. При относительно невысокой плотности своего населения насекомые строят одиночные муравейники, как правило, не очень большие. Они расположены на значительном расстоянии друг от друга, прямых связей

*Этот красный муравей происходит из семьи, никогда не видевшей коллембол. Добыча тычет его усиком, а ему хоть бы что*



*Даже подойдя к коллемболе вплотную, необученный муравей не знает, что с ней делать*



*А этот знает. Он подкрадывается и сейчас укусит*



Фото С. Н. Пантелеевой

между ними нет, а участки, на которых кормятся семьи, разделены нейтральными территориями. Если же кормовые участки пересекаются, то разные семьи используют их в разное время. По мере роста плотности населения муравейники становятся крупнее и ближе друг к другу. Они имеют общие кормовые участки или, если их разделяет менее трех метров, срastaются или соединены галереями. Помимо основных гнезд, в таких поселениях появляются и вспомогательные, которые муравьи используют для расплода и фуражировки. Вероятно, большинство поселений тонкоголовых муравьев возникают как группа соседствующих муравейников, переходя по мере развития к следующим типам организации. Самые сложные комплексы редки, поскольку неустойчивы. В тяжелые годы они разваливаются, в первую очередь исчезают многочисленные вспомогательные гнезда. Нередко более простые формы организации оказываются более выгодными, и муравьи умеют стабилизировать поселение на определенном этапе развития. Например, на Колыме с ее суровыми зимами муравейников много, но между ними нет ни вспомогательных гнезд, ни даже общей территории. В немалой степени благодаря гибкой структуре своих поселений тонкоголовые муравьи триумфально расселились по всей Палеарктике и в многовидовых муравьиных сообществах всегда лидируют.

Чрезвычайно сложное и интересное поведение муравьев настолько увлекает исследователей, что другие аспекты их жизни часто выпадают из поля зрения. Между тем даже обыкновенная муравьиная куча, изученная, казалось бы, вдоль и поперек, еще может удивить внимательного наблюдателя. Обычно купол рыжих лесных муравьев имеет форму усеченного конуса с более или менее уплощенной вершиной. Но иногда от вершины к основанию купола спускаются пять хребтиков, которые удается обнаружить только с помощью специальных топографических измерений. Пятилучевая симметрия распространена в живой природе, но то, что прилично морской звезде, совершенно не характерно для неживого объекта. А еще многим старым гнездам, строительство которых уже завершено, свойственна пропорция «золотого сечения»: отношение высоты купола к его диаметру близко к 1:1,618. Это наблюдение может проверить всякий желающий, проведя простые измерения и в лесу, и по многочисленным фотографиям, опубликованным в литературе и в Интернете.

Муравьиная куча, хотя и разрушается при сильном сжатии, в целом довольно упруга: она способна противостоять ветру, выдерживает падение ветвей или давление небольших животных. Такие механические свойства сообщает муравейнику оригинальная внутренняя конструкция, подобная строению карстовых пещер в карбонатных породах. Внутри купол представляет собой сложную двухъярусную систему полостей и ходов. Перегородки с устойчивыми арочными перекрытиями укреплены глинистыми минеральными веществами. Эта ажурная постройка очень сейсмоустойчива, но при этом чутко воспринимает даже небольшие колебания почвы, так что ни человек, ни кабан не подкрадутся к муравейнику незаметно.

Вообще, муравейник замечательно защищает своих обитателей. Его крыша практически не смачивается благодаря подбору деталей, рациональной конструкции и геометрии купола. Он выполняет функцию термостата и даже защищает от радиации. На загрязненном участке, где мощность дозы гамма-излучения на почве достигала 5000 мкР/ч, радиоактивность внутренних частей купола оставалась в пределах нормы, а гнездо тем временем продолжали строить.

Неорганика составляет не более 5% от общего количества строительных материалов верхней части купола, но достойна особого упоминания. Размер неорганических частичек, ко-



## ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

торые муравьи притаскивают в свои жилища, не превышает 1 мм. Это обломки пород, подстилающих почвенный покров, а также отдельные зерна многочисленных минералов. В рудных районах муравейники «магнитные» — содержание намагнитченных минералов в них в 5 – 10 раз выше, чем в местной почве. Но даже там, где руды отсутствуют, рыжие лесные муравьи равнодушны к металлам. В одном из экспериментов рыжим муравьям красноярского Академгородка предложили на выбор несколько измельченных минералов: магнетит, пирит, гематит, сульфидную золотоносную руду с халькопиритом и малахитом и металлическую латунь. Насекомые целенаправленно таскали минеральные частицы в муравейник, а порошок латуни вызвал у них особый интерес. Купола муравейников намагничены, причем намагнитченность повышается сверху вниз и с северо-запада на юго-восток. Кроме муравьиных куч намагничены только термитники и земляные погребальные курганы. Объяснения этому феномену специалисты пока не находят. Возможно, он связан с технологией строительства.

Муравьиная жизнь, как, впрочем, и человеческая, — это непрерывная цепь решений, принимая которые, муравей руководствуется и врожденными стереотипами поведения, и личным опытом. Он постоянно учится, и роль обучения в его поведении настолько высока, что значение самой индивидуальности у этих общественных насекомых должна быть ничуть не меньше, чем у позвоночных животных. Их общественная жизнь — образец рациональности, их жилища — сложнейшие конструкции. Их поселения гармонизируют с окружающим миром, и даже величие муравьиных комплексов целесообразно. Неудивительно, что иные писатели уже готовы увидеть в муравьях братьев по разуму, однако мы не будем следовать их примеру. Какими бы исключительными ни были муравьиные способности, все они лежат в области его жизненных интересов. Ничему противному своей природе муравей не научится. Ничего, нарушающего стереотипы поведения, не совершит. Он, безусловно, индивидуальность — но не более того.

Статья написана по материалам научных публикаций российских мирмикологов. Особенности обучения муравьев и их взаимоотношения с тлями, жужелицами и коллемболами изучают специалисты Института систематики и экологии животных СО РАН в Новосибирске под руководством доктора биологических наук Ж.И. Резниковой. К ней можно заглянуть на сайт <http://reznikova.net>. В Институте проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН исследуют устройство муравьиных поселений (А.А.Захаров, Д.Н.Горюнов), а уникальные свойства муравейника обнаружил сотрудник Томского политехнического университета Ф.К.Бакшт. Их статьи, а заодно и ссылки на другие статьи и книги о муравьях можно найти в журнале «Успехи современной биологии» за 2007 год, том 127, № 2.



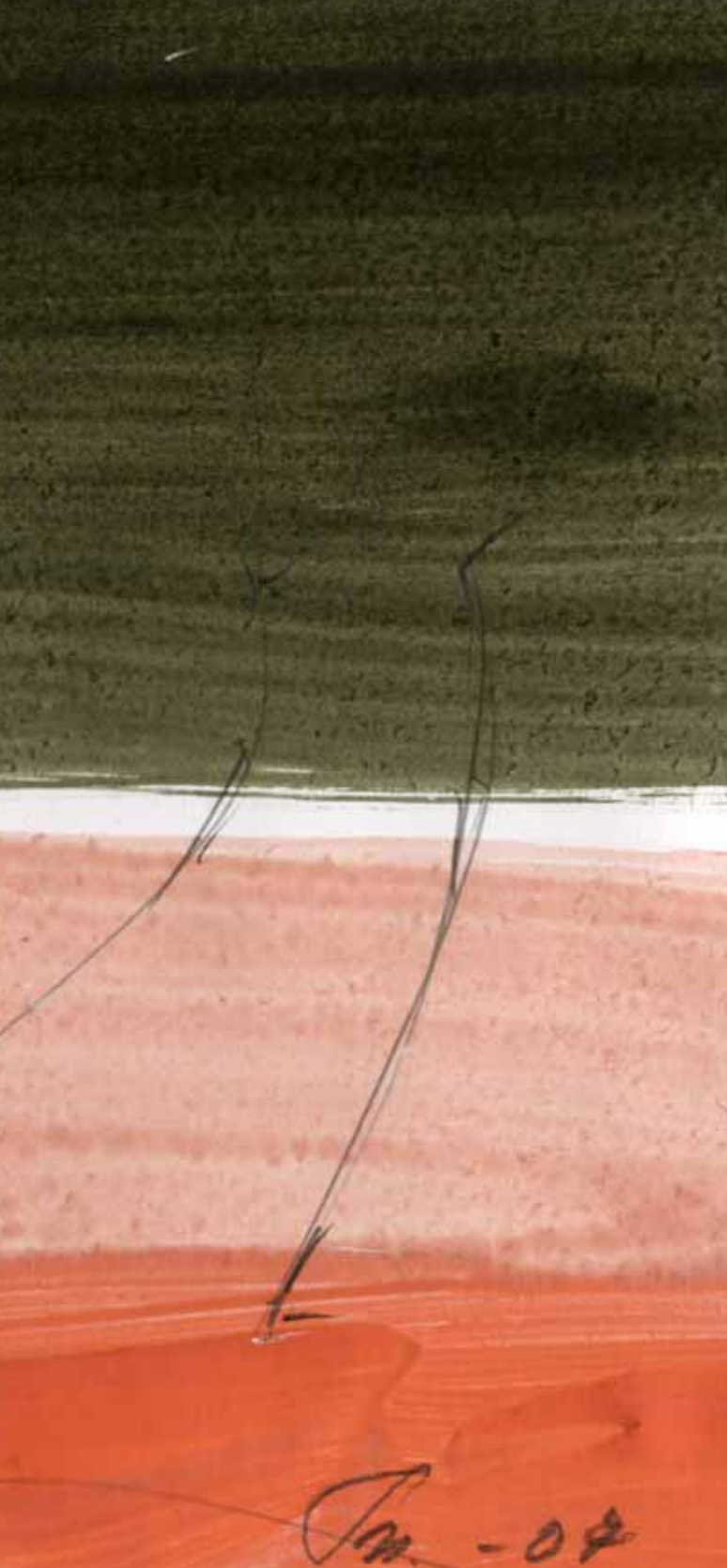


# Жизнь в заточении

Кандидат физико-математических наук  
**С.М.Комаров**

## Земной полет на Марс

Когда Колумб набирал матросов по барселонским кабакам для плавания на «Санта-Мари» он вряд ли думал о совместимости членов экипажа и перспективах пожизненной психологической реабилитации участников экспедиции и их дублеров, тем более что последних не было. Наверное, его больше занимали другие вопросы: не протухла ли солонина, не подкачал ли бондарь, который сделал бочки для запасов воды и вина, не откажет ли в



самый последний момент королева Изабелла Кастильская в финансировании экспедиции. Что же касается членов экипажа, то ежели и попадутся среди них буйные, так с ними можно справиться старым морским способом — с помощью веревки и реи.

Нынче времена другие, гуманные. Имея за плечами почти пятидесятилетний опыт пилотируемых космических полетов, ученые из Института медико-биологических проблем РАН считают, что полет человека на Марс слишком важен, чтобы позволить малейшей оплошнос-

ти с подготовкой экипажа ему помешать. Тем более что экипаж составляет всего четыре—шесть человек, каждый из которых незаменим, а регулировать конфликты упомянутым способом никак не получится хотя бы потому, что космонавты находятся в невесомости. Поэтому задолго до полета нужно провести серию экспериментов, которые позволят смоделировать взаимодействия членов международного экипажа во время длительного межпланетного перелета и возвращения обратно. Цель же моделирования — сделать так, чтобы космонавты добрались до Красной планеты и вернулись назад, на Голубую, столь же дружным и сплоченным коллективом, какой начинал экспедицию. Небольшой опыт межпланетных путешествий и значительный международных полетов на орбитальных станциях свидетельствует, что проблемы психологического плана имеют место и лучше бы их решить заранее. Все-таки на расстоянии в миллионы километров, откуда радиосигнал доходит до Земли за 20 минут, Центру управления полетами будет трудно помочь космонавтам. Поэтому и появилась идея эксперимента «Марс-500». Он предполагает добровольное заточение участников в испытательном центре ИМБП РАН на 520 дней.

Каждый день пребывания участника эксперимента на борту испытательной станции стоит немалых денег. Только оплата составляет от 150 (для первого этапа) или 105 (для второго) евро на члена экипажа или его дублера в день, а ведь нужно учесть еще затраты на работу всего персонала и оборудования испытательного центра.

На первом этапе, который должен пройти в первой половине 2008 года, участники эксперимента проведут в замкнутом пространстве модели межпланетного корабля 105 дней. Это будет имитация отлета от Земли. Второй этап — длительностью 520 дней и уже с другим экипажем соответствует ориентировочному времени полета на Марс и возвращения на Землю. Однако прежде чем рассказывать о содержании эксперимента, посмотрим, из каких этапов состоит экспедиция на Марс.

## Семь шагов к Марсу

«В любых длительных орбитальных полетах различают три основных этапа. Сначала идет этап освоения нового жизненного пространства. Затем наступает относительная стабилизация. В конце экспедиции происходит всплеск активности перед ее завершением и ожидание возвращения домой. Обязательный этап — медицинская и социально-психологическая реабилитация после возвращения космонавтов на Землю», — говорит кандидат биологических наук А.Н.Потапов, ведущий научный сотрудник Института медико-биологических проблем РАН, один из авторов концепции экспедиции на Марс.

Как рассказывают космонавты, летавшие на станции «Мир», обстановку в космосе нельзя назвать психологически комфортной. Есть постоянное ощущение, что за

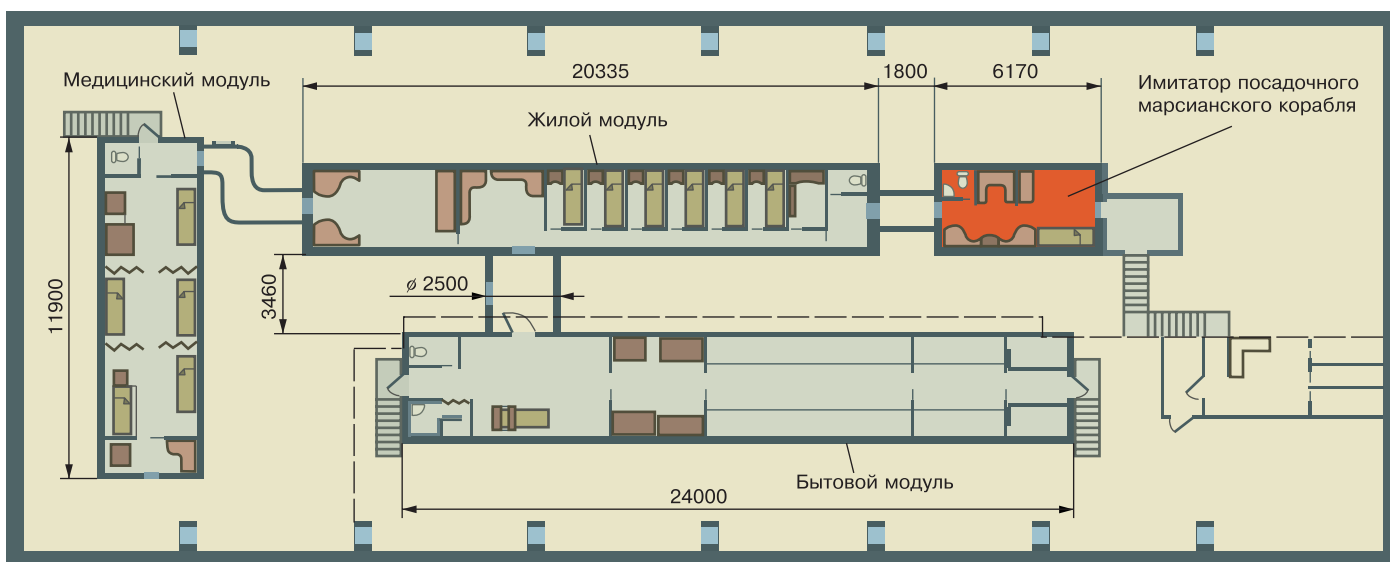


Схема станции, на которой будет проходить эксперимент «Марс-500»

тонкой стенкой — абсолютно враждебная по отношению к человеку среда, вакуум. И это на станции, которая расположена очень близко к Земле, фактически в верхних слоях атмосферы и под защитой радиационных поясов. Что уж тут говорить о межпланетном полете в абсолютной пустоте, сквозь которую летят опаснейшие потоки быстрых частиц, как от родного Солнца, так и из глубин Галактики. И никакой спасательный корабль не прилетит на помощь. Человек на борту межпланетного корабля осознает эти опасности, поэтому медики столько внимания уделяют его психологической адаптации к столь непростым условиям.

Вторая беда, которая поджидает участников экспедиции, — длительная невесомость. Одно дело, если бы им надо было долететь до околомарсианской орбиты, провести там эксперименты и вернуться назад. И совсем другое — высадка на Марс. Когда космонавты возвращаются из длительного орбитального полета на Землю, их ждут медики с лекарствами и центры реабилитации. На Марсе же людям никто не поможет быстро адаптироваться к действию силы тяжести, даже если она и существенно меньше земной.

В связи с этим, экспедиция на Марс будет состоять из семи этапов. Первый — то самое освоение нового жизненного пространства, когда космонавты станут привыкать к невесомости, новому для них ритму труда и отдыха, приступят к работам на борту и наладят взаимодействие с Центром управления полетом. Спустя месяц-полтора жизнь стабилизируется. Космонавты адаптируются и к отсутствию силы тяжести, и к жизни в тесном корабле, к повышенным дозам излучения и к отсутствию магнитного поля. Входят в рабочий ритм и в положенный срок добираются до орбиты Марса.

Тут наступает сложный этап подготовки к выходу на орбиту вокруг Марса. При этом нарастает психоэмоциональное напряжение, которое связано с ожиданием сближения с планетой. Чтобы благополучно пережить этот этап, медики рекомендуют снизить рабочие нагрузки, усилить психологическую поддержку и усилить тренировки: ведь в скором времени космонавтам придется отделиться от корабля посадочный модуль и совершить на нем посадку на Марс. Кроме того, с помощью центрифуги их нужно постепенно приучать к марсианской силе тяжести.

Посадка и пребывание на планете — самый ответственный и напряженный этап экспедиции. Космонавтам предстоит быстро адаптироваться к условиям Марса и начать работу. Поначалу медики ожидают нарушения устойчивости и другие расстройства организма, знакомые им по этапам перехода от невесомости к силе тяжести во время околоземных полетов. Пристальное внимание следует уделять радиационному контролю: ведь в отсутствие магнитного поля и плотной атмосферы поверхность Марса открыта действию опасных космических лучей, солнечного ветра и ультрафиолетового излучения, а космонавты окажутся без той мощной защиты, которую обеспечивал им космический корабль во время полета. Кроме того, космонавтам нужно принять все меры, чтобы избежать загрязнения Марса земными организмами, а Земли — гипотетическими марсианскими. Эти меры сформулированы в рекомендациях Международного комитета по исследованию космического пространства (КОСПАР).

После завершения основной программы экспедиции космонавты будут сильно утомлены. Поэтому в начале обратного полета им потребуются эффективная психологическая поддержка, медикаменты и занятия на центрифуге.

Обычно за 2–4 недели до посадки начинается активация жизнедеятельности перед завершением полета. У космонавтов возникает установка на возвращение домой, которая может привести как к оптимизму, так и к нарастанию тревожности. В этот период необходимы профилактические мероприятия и подготовка к земной гравитации.

А после завершения полета космонавтам потребуются восстановительное лечение и, возможно, психологическая поддержка в течение всей жизни. Впрочем, о том, что обычно ожидает первопроходцев космоса на Земле, всем известно из книг писателей-фантастов.

## Корабль на Земле

Примерно эти этапы и предстоит пройти участникам эксперимента. Сколько человек полетят на Марс? Есть разные мнения, но психологи уверены, что не меньше шести. Это командир корабля, второй пилот (пилот спускаемого на планету модуля), бортинженер, врач и два научных работника. Почему два? «Им придется выходить на планету и вести там научные изыскания, а одного человека высаживать на планету очень рискованно».

но. Мы не знаем, что его ждет. Если полетят пять или четыре человека, то риск повышается», — объясняет С.И.Степанова из ИМБП РАН.

Такая же структура экипажа должна быть и во время наземного моделирования полета. Шесть участников эксперимента в возрасте от 25 до 50 лет испытают все прелести марсианского полета за исключением невесомости: испытатели будут так же ограничены в жизненных ресурсах, как реальные космонавты. Окружающая среда — максимально приближена к условиям космического корабля, в том числе теснота, газовый состав, атмосферное давление, температура, влажность и уровень шума.

Все решения экипажу придется принимать самостоятельно, без помощи «Земли». Связь с «Землей», конечно, будет обеспечена, но сигнал станет проходить с временной задержкой, как в космосе. На специальных мониторах будет симитирован полет, командир сумеет пилотировать корабль, изменять траекторию движения, по всем правилам осуществлять отделение взлетно-посадочного модуля, стыковку и прочее. Врач должен будет постоянно наблюдать за состоянием экипажа, обеспечивать медицинские процедуры, оказывать первую помощь. Конечно, при серьезных угрозах жизни и здоровью испытателей, «Земля» вмешается, и человек выйдет из эксперимента. Но его работу будут выполнять остальные члены экипажа.

Даже посадка на Марс будет имитирована. Для этого предназначен специальный отсек, куда выйдут только те члены экипажа, кому предназначено оставить следы на пыльных тропинках искусственного Марса. В этом отсеке сделают специальный грунт, похожий на тот, что покрывает Красную планету, а испытатели будут передвигаться по нему в скафандрах.

520-суточный полет будет включать несколько основных этапов. 2–50 сутки — «полет по спиральной траектории в поле тяготения Земли»; 51–200 сутки — «полет по гелиоцентрической орбите до окрестности Марса»; 201–246 сутки — «полет по спиральной траектории в поле тяготения Марса»; 247–278 сутки — «полет по околомарсианской орбите со спуском взлетно-посадочного модуля на поверхность планеты и возвращением на корабль»; в этот период трем испытателям, которые «высадутся на Марс», предстоит сначала в течение трех недель пройти через так называемую антиортостатическую гипокинезию (положение лежа с ногами, поднятыми выше головы на угол 5 градусов) — это модель состояния человека в невесомости, а затем испытать возвращение гравитации «на поверхности Марса»; 279–319 сутки — снова «полет по спиральной траектории в поле тяготения Марса», но уже начиная возвращение к Земле; 320–470 сутки — «полет по направлению к Земле»; 471–520 сутки — «полет в поле тяготения Земли» — возвращение.

## Экипаж

«Экипаж, который полетит к Марсу, может быть только международным, — сказал на научном кафе, организованном фондом «Династия» и агентством «ИнформНаука», директор ИМБП РАН академик А.И.Григорьев. — Это придаст экспедиции особую специфику, ведь представители разных народов даже улыбаются по-разному. Наш обширный опыт пилотируемых полетов на орбитальных станциях показывает, что различие образа мыслей, культуры, обычаев людей разных национальностей ни в коем случае нельзя игнорировать, если этим людям придется



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

долгое время находиться и сотрудничать в замкнутом пространстве. Поэтому мы постарались сделать проект «Марс-500» международным. Экипаж будет состоять из четырех наших соотечественников и двух представителей Европейского космического агентства».

«Прием заявлений на участие к эксперименту мы закончили 30 сентября 2007 года, причем число желающих превысило пять тысяч человек!» — рассказывает представитель Европейского космического агентства Елена Файтингер. — Сейчас идет обработка этих заявлений, и для участия будут отобраны кандидаты, предложившие самые интересные исследовательские проекты, которые они будут осуществлять во время эксперимента».

По мнению космонавтов, долгие месяцы проводивших в космосе на орбитальных станциях, основной трудностью экспедиции будет очень длительный монотонный полет, условия жизни и общения людей, сильно отличающиеся от земных, несовершенство систем питания и водоснабжения. Несомненно, возникнут трудности, связанные с разницей в менталитетах представителей разных культур.

Чтобы разнообразить полет, необходимо взять на борт музыкальные произведения, фотографии друзей и семьи, фильмы, книги и произведения искусства. Очень важно устраивать время от времени сеансы связи с близкими людьми, просматривать программы новостей об основных событиях на Земле, организовывать отдых участников экспедиции. Главное же в том, что все участники экспедиции, а равно и участники наземного эксперимента, весь полет будут заниматься научной работой, обслуживать системы и готовиться к управлению спускаемым модулем. «Длительный полет — отличное время для научной работы. Например, Владимир Поляков, пробывший в космосе рекордное время, почти полтора года, сумел написать половину докторской диссертации», — говорит А.И.Григорьев. Для дополнительной психологической разгрузки на борту установят оранжереи, которые работали на борту орбитальных станций. Как показывает опыт полетов, уход за растениями очень хорошо помогает космонавтам пережить разлуку с Землей.

Предполагается, что в состав экипажа «Марса-500» войдут четверо мужчин и две женщины. «Я принимал участие в подобных экспериментах, — рассказывает летчик-космонавт, директор мандатной комиссии эксперимента доктор медицинских наук Б.В.Моруков. — Могу сказать, что жизнь в таком смешанном экипаже порой бывает легче, а порой труднее, чем в чисто мужском. С другой стороны, есть вполне успешный опыт полетов смешанных экипажей на борту орбитальных станций. Поэтому окончательное решение о составе реальной экспедиции на Марс будет принято после наших экспериментов». С учетом того, что экипажи делятся на основной и дублирующий, в первых двух этапах примет учас-

тие более двадцати человек. Дублеры будут работать в центре управления экспериментом и помогать решать возникающие на борту проблемы — они прошли такую же подготовку, как и основные участники, поэтому лучше всех способны понять, что и где не заладилось.

Эксперимент «Марс-500» — отнюдь не первое исследование такого рода. Например, в 1991–1993 годах прошел американский эксперимент «Биосфера-2», когда восемь человек жили в замкнутом поселении в аризонской пустыне. «Я видел этих людей после завершения эксперимента. По ним было заметно, что они пережили серьезное потрясение», — вспоминает академик А.И.Григорьев. В ИМБП в 1999–2000 годах прошел эксперимент «Сфинкс» по имитации полета международного экипажа на МКС. Сейчас же никто не проводит экспериментов, подобных «Марсу-500», более того, другие страны проявляют к нему самый живой интерес. Правда, НАСА, в отличие от ЕКА, пока что о своем интересе не заявило.

## Биосфера-2

Эксперименты с добровольным заточением — не новость. Они начались вместе с космической эрой. Тогда, на волне энтузиазма, возникло представление, что межпланетные полеты — дело совсем недалекого будущего; не пройдет и двух десятков лет, как человек создаст поселения на Луне и на Марсе и сбудется мечта основоположников космонавтики о выходе человечества из колыбели. А поскольку мечта так и останется мечтой, если не превратить ее в реальные проекты, понадобилось выяснить, как человек будет жить в инопланетных поселениях и что эти поселения будут собой представлять. Главная цель опытов, которые начались в середине шестидесятых годов, — создание устойчивой искусственной среды обитания в этих поселениях. То есть их жители должны полностью обеспечивать себя воздухом, водой и большей частью продуктами.

Для регенерации воды и воздуха можно приспособить одноклеточные водоросли. Более того, некоторые из них можно превратить и в продукт питания. Наилучшим кандидатом оказалась хлорелла, которая и стала героиней многочисленных статей, а потом научно-фантастических книг о межпланетных и межзвездных путешествиях.

Первые опыты с замкнутой средой обитания, в которой хлорелла регенерировала воздух, поставили в Москве, в Институте медико-биологических проблем, и в Красноярске, в Институте биофизики им. Л.В.Кириенского. Первым сутки наедине с хлореллой в 1961 году провел Е.Я.Шепелев в ИМБП. Продолжение последовало через несколько лет, когда три ученых уединились в камере, где хлорелла обеспечивала регенерацию не только воздуха, но и воды, и поставляла значительную долю продуктов питания (см. «Химию и жизнь», 1968, № 8; 1974, № 5). Самый длительный эксперимент такого рода продолжался 180 дней в Красноярске на установке «Биос-3».

Опыт показал, что на самом деле с хлореллой не все просто. Она вырабатывает слишком много кислорода, если считать на поглощенный углекислый газ. Иными словами, человеку надо либо выделять меньше углекислого газа, либо питаться более жирной пищей, для окисления которой потребуется больше кислорода. В общем, достичь баланса нелегко, поэтому построить на основе хлореллы замкнутую биосферу, пригодную для проживания человека, не удалось. Нужны более разнообразные системы. Не исключено, что по этой причине система жизнеобеспечения на орбитальных станциях по сей день обходится без



2

Так «Биосферы-2» выглядела во время проведения эксперимента



3

Схема комплекса «Биосфера-2»

живых организмов: воду и воздух регенерируют химическими методами. А по мнению Е.Я.Шепелева использовать хлореллу в пищу можно лишь один раз в день.

Грандиозную замкнутую систему в 1984 году начали создавать американские ученые из Института экотехники под руководством Джона Алена. Прежде чем приступить к проектированию, было проведено несколько международных конференций, авторы проекта долго консультировались с лидерами исследований жизни в заточении — советскими учеными, прежде всего с академиком О.Г.Газенко, который тогда возглавлял Институт медико-биологических проблем, Е.Я.Шепелевым и И.И.Гитelsonом, руководителем красноярских экспериментов серии «Биос-3» в 1972–1984 годах.

Для проведения эксперимента Алэн с коллегами на деньги частного предприятия «Спейс биосферс венчерс» купили ферму в Аризоне, и в 1985 году началась работа по созданию главной станции и испытательных модулей. Землю под ними залили толстым слоем бетона и накрыли прозрачным герметичным сводом, то есть изолировали «Биосферу-2» от внешнего мира. Общая площадь постройки составила 1,28 га, а объем — 180 тыс. м³. В одном крыле расположены сельхозугодья, в другом — область дикой природы. Они отделены друг от друга специальными экранами, чтобы летающие насекомые не перемещались между крыльями. В сельскохозяйственной области площадью в двадцать соток поместились и рисовые чеки, в которых разводили рыбу, и тропический сад, и поля с зерновыми и кормовыми растениями, и овощные грядки. Там же обитали цыплята, козы, свиньи. Они обеспечивали участников экспериментов всем необходимым питанием, благо те взяли с собой продуктов только на три месяца. Несъедобная часть урожая превращалась в компост, а водные растения лагуны перерабатывали стоки. Полученным илом потом удобряли поля.

Крыло дикой природы размером 165 на 30–40 метров разбили на пять площадок, где устроили пять биогеоценозов от влажного тропического леса до прибрежной пу-



Сельскохозяйственные угодья в «Биосфере-2»



Пшеница созрела



Биосферная пустыня



Один из руководителей проекта Марк Нельсон в биосферных манграх

Биосферный океан



Кусочек тропического леса



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

стыни. Есть в «Биосфере-2» и болота, как пресноводные, так и соленые, и ручей, и озера, и даже океан с коралловым рифом. Все эти области оказались сведены воедино отнюдь не по прихоти экспериментаторов. Дело в том, что в условиях Аризоны пик жизнедеятельности разных растений приходится на разные времена года. А от этого самым прямым образом зависят утилизация углекислого газа и наполнение биосферы кислородом: если у всех растений разом снизится мощность фотосинтеза, можно задохнуться в прямом смысле этого слова. Разные типы растительности позволили растянуть эффективный фотосинтез по всему году: летом основной вклад давали тропические леса, зимой — область пустынь. Водные же системы были предназначены для постепенного разложения отходов жизнедеятельности.

Чтобы заселить биосферу, привезли кусочек настоящего болота из Флориды, налили воду с кораллами из Карибского моря, кактусы доставили из Калифорнии, кустарники с Мадагаскара и из Мексики, деревья из Австралии, Южной Америки и Африки. Общий вес грунта составил 28 тысяч тонн, вес атмосферы — 180 тонн, объем воды — 4,5 тысячи кубометров. Вес четырех тысяч живых существ — 20 тонн. Работы по завозу грунта вместе с его исконными обитателями, посадке растений, запуску насекомых, животных, рыб и птиц и прочему устройству станции заняли примерно два года, и к сентябрю 1991 года станция была готова к заселению людей. Они заняли место высших хищников и стали приводить систему в гармонию. А это было крайне необходимо. Уже на этапе проектирования было решено заселить искусственный мир избыточным количеством видов, с тем чтобы дарвиновский отбор позволил сбалансировать экосистему за счет выживания сильнейших. Так и получилось — сразу после создания биосферы вымерли большинство видов летающих насекомых, два вида колибри и один вид кораллов. Люди же заметили, что омары и крупные рыбы-попугаи могут полностью разрушить пищевую цепь в океане, и этих животных, так сказать, отбраковали. А вот справиться с нашествием тараканов и муравьев не уда-

лось, и эти насекомые здорово портили посевы.

Участники эксперимента провели в заточении два года и получили бесценный опыт, который, несомненно, учтут последующие создатели замкнутых систем. Главный вывод такой: человек в состоянии построить замкнутую систему, которая при должном контроле за температурой и составом воздуха сможет быть устойчивой. Эта система способна накормить восемь человек продуктами, причем им хватает площади в двадцать соток. Такое питание, отличающееся низкой калорийностью (а участникам эксперимента пришлось довольствоваться 2000 калориями в день, что на 20% ниже нормы), пойдет им на пользу — лишний вес исчезнет, а содержание холестерина, лейкоцитов в крови и ее артериальное давление снизится. В общем, старение замедлится. Впрочем, этому, наверное, способствует и уменьшение кислорода. Дело в том, что в течение всех двух лет его содержание в биосфере стабильно падало до тех пор, пока к концу июля 1992 года не опустилось с 20,94% до 16,4% — а это уже опасно для жизни. Тогда в биосферу добавили немного кислорода. Возможной причиной были ошибки в расчете скорости гниения отходов, на которое и затрачивалось слишком много  $O_2$ . Впрочем, эту проблему удалось решить, ускорив фотосинтез с помощью искусственного освещения.

Сейчас ученые из той же группы заняты проведением опытов, которые позволят подготовиться к заселению Марса. В закрытой емкости, сделанной из огромной бочки, они выращивают различные растения при искусственном освещении. Цель — подобрать условия для марсианской станции. В частности, они выращивали пшеницу четвертого поколения из семян, урожай которых был собран на станции «Мир». Сама «Биосфера-2» сейчас заброшена, стекла за годы пришли в негодность, потрескались, однако жизнь внутри нее развивается. Ведь все было задумано на сто лет.



МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

## «БИОТЕХНОЛОГИЯ. ВОДА И ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ»

6-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

## «МИР БИОТЕХНОЛОГИИ' 2008»

Москва, Новый Арбат, 36/9 (Здание Правительства Москвы)



Под патронажем  
Правительства Москвы

МОСКВА, РОССИЯ

11 - 13 марта

2008

### ТЕМАТИКА МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

#### Секция 1. Пищевая биотехнология

- Современная биотехнология и биобезопасность.
- Биотехнология, пища и здоровье. Реализация концепции здорового питания в России.
- Пища XXI века – новые подходы и технологические приемы: конструирование пищи, использование микроорганизмов, высокое давление, кавитация, тонкое измельчение и др. Прижизненное формирование качественных характеристик сельхоз сырья.
- Пищевые продукты, пищевые добавки и биологически активные добавки к пище, вспомогательные технологические средства в пищевой промышленности на основе биотехнологии.
- Методы и средства биотехнологии и нанотехнологии в контроле производства пищевой продукции, ее качества и безопасности.
- Нетрадиционные источники пищи. Перспективные штаммы микроорганизмов для интенсификации технологических процессов пищевой промышленности.
- Регулирование и контроль функциональных свойств пищевых продуктов. Современные представления о функциональных продуктах.
- Пища и пищевые загрязнители.
- Биологические объекты и нанотехнологии в пищевой промышленности.
- Генно- модифицированные организмы в производстве продуктов питания. Методы исследований, мировой опыт.
- Нанотехнологии, в том числе: катализаторы на основе наноматериалов для пищевой и спиртовой промышленности.

#### Секция 2. Ферменты в пищевой промышленности

- Влияние воды на ферментативную активность в пищевых продуктах.
- Направленный ферментативный катализ для получения продуктов с заданным фракционным составом и функциональными свойствами.
- Ферментативный катализ переработки сельхоз сырья – путь интенсификации биотехнологических процессов в пищевой промышленности.
- Производство пива и осветление соков, хлебобулочная промышленность, модификация крахмала, мясомолочная промышленность и другие отрасли, пробиотики, контроль качества продукции и др.

#### Секция 3. Вода и пищевые технологии: безопасность, качество и эффективность

3.1. Современные представления о структуре и свойствах воды, термодинамические и физические свойства связанной воды, энергии связей, активности воды.

Приборы для определения активности воды.

- Пищевые продукты с промежуточной влажностью. Влияние активности воды на сроки хранения и развитие микрофлоры.
- Способы улучшения качества воды, водоподготовка и т.д.
- Изменения активности воды при различных способах хранения, технологической и кулинарной обработке.
- Структурное состояние и биологическая активность воды в продуктах питания и их изменения при различных способах хранения, технологической и кулинарной обработки продуктов питания.
- Роль и значение макро- и микроэлементного состава питьевых вод и продуктов питания в коррекции показателей здоровья населения
- Изотопный водородно-кислородный состав воды

#### 3.2. Биотехнология очистки вод

- Анаэробный и аэробный процессы очистки сточных вод.
- Биохимия и биотехнология разрушения ксенобиотиков.
- ZWO (Международная организация Воды) – активность, проекты и результаты

#### Секция 4. Инновации, финансы и бизнес в пищевой биотехнологии.

#### Секция 5. Биотехнологическое образование и пищевая промышленность.

### МЕЖДУНАРОДНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ КОНФЕРЕНЦИИ:

#### • Российско-Американский симпозиум

«Актуальные вопросы российско-американского сотрудничества в области биотехнологий. Опыт реализации биотехнологических инновационных проектов в США и России»

• В рамках конференции традиционно проводится конкурс на лучшую научно-исследовательскую работу молодых ученых – участников конференции: условия участия на сайте:

<http://www.mosbiotechworld.ru/rus/konkurs.php>

Прием тезисов до 6 февраля 2008 г.

[www.mosbiotechworld.ru](http://www.mosbiotechworld.ru)

**Тематика выставки:** Весь спектр биопродуктов для пищевой и фармацевтической промышленности, агропромышленного комплекса, ветеринарии, геологии, промышленных предприятий, а также биоагенты для охраны и восстановления окружающей среды. Биологически активные добавки, Тест-системы для определения качества и биологической активности воды, определения алкоголя и наркотических веществ. Биокатализ и биокаталитические технологии, биодизель, биоэтанол. Питательные среды. Процессы и аппараты для очистки и подготовки воды. Оборудование и контрольно-измерительные приборы по определению активности воды, молекулярной структуры и изотопного водородно-кислородного состава воды в пищевых отраслях промышленности, медицине, косметологии и др. Промышленная и лабораторная безопасность, катализаторы на основе наноматериалов, нетрадиционные источники пищи, функциональные пищевые ингредиенты и продукты (технология получения и применения).

Контакты: (495) 981-70-51, 981-70-54, 981-79-59

E-mail: [aleshnikova@mosbiotechworld.ru](mailto:aleshnikova@mosbiotechworld.ru), [expo@mosbiotechworld.ru](mailto:expo@mosbiotechworld.ru)



СОБЫТИЕ

# Высокие широты: как там наши полюса?

Свою планету надо содержать в порядке. Маленький Принц чистил ершиком вулканы, чтобы не извергались. А о том, что делать, чтобы не растаяли полярные шапки на планете людей, Антуан де Сент-Экзюпери не писал. Поэтому человечество каждые 50 лет всем миром берется за изучение полярных областей, организуя Международный полярный год (МПГ). Сейчас у нас на Земле Международный полярный год 2007–2008.

Этому событию было посвящено очередное научное кафе, организованное фондом Дмитрия Зимина «Династия», агентствами «ИнформНаука» и «Арс-Нова Медиа». Оно прошло 13 ноября в московском кафе-клубе «Петрович». Ведущие Любовь Стрельникова и Сергей Катарсонов попросили ученых рассказать о новом этапе полярных исследований.

Как сообщил В.Г. Дмитриев (Арктический и Антарктический НИИ Росгидромета, Санкт-Петербург), идея совместных полярных исследований возникла 125 лет назад: первый МПГ прошел в 1882–1883 годах, и в нем приняли участие всего 12 стран. Но именно тогда были созданы первые полярные станции — 13 в Арктике и две в Антарктике. Второй МПГ провели через 50 лет — в 1932–1933 годах, уже силами 40 стран. Третий (1957–1959) получил название Международный геофизический год. Тогда в исследованиях участвовали 66 стран и была создана сеть полярных станций в Арктике и Антарктике.

Нынешний МПГ, в котором участвуют 63 страны, будет продолжаться два года: с марта 2007-го по февраль 2009 года. У него четыре основные задачи: изуче-

ние изменений климата полярных областей, развитие прогнозирования процессов в атмосфере, ионосфере, криосфере и океане в полярных областях; определение антропогенных и естественных изменений состояния окружающей среды и, наконец, оценка социально-экономических последствий этих



**Член-корреспондент РАН И.И. Мохов**  
(Институт физики атмосферы РАН)

изменений, прежде всего в жизни коренных народов Арктики.

Журналистов интересовало, как будет распространяться информация об исследованиях. «Бюллетень МПГ», по словам В.Г. Дмитриева, можно найти через сайт [www.aari.nw.ru](http://www.aari.nw.ru). Информация о международной деятельности в рамках МПГ находится на сайте [www.ipu.org](http://www.ipu.org), а сайт российского комитета — [www.ipurus.aari.ru](http://www.ipurus.aari.ru).

Вниманием аудитории полностью завладел член-корреспондент РАН И.А. Зотиков, в прошлом физик, затем гляциолог. Его книги об Антарктиде пользуются огромным успехом с 80-х годов прошлого века и по сей день: ведь и сам Игорь Алексеевич сыграл не последнюю роль в открытии знаменитого озера Восток.

— Нам удалось доказать, что в центральной части Антарктиды могут быть подледные озера. Под руководством академика Трешникова мы открыли советскую станцию, которую назвали «Восток». А через 30 лет прямо под станцией, на глубине 4000 м подо льдом нашли озеро размером 400 на 50 км. К озеру Восток начали бурить скважину, однако в 1999 году работы были приостановлены международной общественностью из-за опасности загрязнения озера. В 2005 году бурение возобновилось, и сейчас до воды осталось 60 мет-

ров. В окружающем озеро льду нашли микроорганизмы: интересно, что генетически они сходны с микроорганизмами подводных «черных курильщиков».

На вопрос о том, сколь велика опасность загрязнения озера, И.А. Зотиков ответил: «Конечно, мы что-то привнесем в эту экосистему размером с четверть Байкала, но это будут крохи. И ничего страшного я в этом не вижу». Тем более что проникновение в озеро будет ювелирным. «Когда останется 20–30 м, мы введем в действие другой снаряд — не



**Кандидат географических наук**  
**Н.И. Осокин** (Институт географии РАН)

бур, а тонкую насадку-иглу, которая сразу почувствует переход в водную фазу».

Что делается на противоположном, арктическом полюсе, журналистам объяснял Н.И. Осокин (Институт географии РАН). Прежде всего нужно понять, что именно мы называем Арктикой — ведь у морей, в отличие от континентов, нет четких границ. Арктикой считаются области, где температура самого теплого месяца не поднимается выше +10°C. Ледяной покров Арктического бассейна — это не монолит: льды дрейфуют, так что, например, за полтора-два года станция СП-33 переместилась от наших берегов к Канаде. Правда ли, что арктический лед стремительно тает, — сложный вопрос: льды в одних местах появляются, в других исчезают.

О том, что же будет с Арктикой, Антарктикой и климатом на Земле, рассказал член-корреспондент РАН И.И. Мохов. Сейчас, пока тает Гренландия, Антарктида даже наращивает массу. Но после потепления на 3 градуса она начнет уменьшаться. Что касается Арктики, то ее льды могут стать сезонными. Самое сильное потепление ожидается в Сибири и на Аляске. А в Европе может случиться похолодание из-за ослабления Гольфстрима.

**Н.В. Маркина**



**Член-корреспондент РАН**  
**И.А. Зотиков** (Институт географии РАН)

# Мир вечных льдов и его изыскатели

Об истоках международного  
полярного года

Н.Катина

*Север. Воля. Надежда.  
Страна без границ.  
Снег без грязи,  
как долгая жизнь без вранья...*

В.Высоцкий

Полюса Земли притягивают человека своей сущностью. Манят дойти до края, расширить пределы достижимого, границы своего обитания. Целенаправленное исследование Арктики началось в конце XV века. Стимулом к этому были как познавательный интерес, так и поиски наиболее короткого морского пути вдоль северного побережья Евразии. Исследование южной полярной области началось значительно позже — только в 1820 году берега Антарктиды нанесли на карту участники русской экспедиции под руководством Беллинсгаузена и Лазарева.

Нынешний Международный полярный год — с 1 марта 2007 года по 1 марта 2009-го принял эстафету через 50 лет от Международного геофизического года 1957–1959. А традиция исследовать Арктику и Антарктику объединенными усилиями разных стран продолжается уже век с четвертью.

## Первый международный полярный

Его идея родилась в 1875 году у австрийского ученого Карла Вайпрехта — первооткрывателя Земли Франца-Иосифа. Он писал о кольце северных полярных станций, где в течение года проводятся одновременные наблюдения одинаковыми методами и одинаковыми приборами. Плюс к этому — работают несколько станций в Антарктиде.

В 1882 году старт Первому международному полярному году (МПГ) был дан на конференции Международной полярной комиссии в Петербурге. Так получилось, что руководство этим органом перешло в руки российского ученого Генриха Ивановича Вильда, директора Главной физической обсерватории. Россия фактически стала центром первого МПГ.

К этому времени в Арктике было 12 научно-исследовательских станций, из них две — на территории России: в устье Лены и на Новой Земле. Две станции появились в Антарктиде. В работу включились 32 обсерватории и метеостанции разных стран. В течение года каждый час (!) проводились синхронные метеорологические, магнитные и астрономические наблюдения, а также наблюдения за полярными сияниями. Наблюдения проводились и на судах, в том числе дрейфующих во льдах. Итого — помимо новых знаний был получен уникальный опыт международного научного сотрудничества. Заметим — без современных средств связи.

Конец XIX — начало XX века ознаменовались бурным развитием техники: появились ледоколы, самолеты, дирижабли. Изобретение радио связало все научные станции в единую сеть. Это помогло ученым и путешественникам осваивать Центральный арктический бассейн. В 1893 году великий норвежец Фритьоф Нансен на судне «Фрам» в течение трех лет дрейфовал во льдах в центре Арктики. Были покорены полюса Земли: в 1909 году Северного полюса достигли американцы Роберт Пири и Фредерик Кук, а в 1912 году Руаль Амундсен и Роберт Скотт побывали на Южном полюсе. Началось



фото П.С.Владимирова

*Запуск метеорологической ракеты на острове Хейса (ЗФИ)*

освоение Северного морского пути. Состоялись несколько экспедиций в Арктику на дирижаблях и первые полеты над Антарктидой, в том числе к Южному полюсу.

## Второй международный полярный

С этими достижениями человечество подошло ко второму международному полярному году, который было решено провести через 50 лет после первого, в 1932–1933 годах. Программа второго МПГ включала в себя помимо метео- и астрономических наблюдений исследование солнечной радиации, атмосферного электричества, земного магнетизма, океанологические и гляциологические исследования, изучение высоких слоев атмосферы при помощи радиозонда.

На территории СССР в то время работали уже 115 метеостанций. 13 новых полярных станций были открыты специально к МПГ, самая северная — на острове Рудольфа Земли Франца-Иосифа (ЗФИ). А в бухте Тихой на острове Гукера этого же архипелага появившаяся в 1929 году станция была переоборудована под Арктическую обсерваторию, которую снабдили самыми современными по тем временам приборами. Ее начальником стал Иван Дмитриевич Папанин, позднее, в 1937 году, возглавивший первую научную станцию на дрейфующем льду — СП-1. После войны возникла СП-2, затем СП-3 и СП-4, и с этого времени советские дрейфующие станции сменяли друг друга постоянно.

В Антарктиде наибольших научных результатов достигла экспедиция под руководством американца Ричарда Бэрда. Английская экспедиция на судне «Дискавери II» обошла вокруг ледяного континента, проводя океанографические исследования.



Полярная станция  
в бухте Тихая,  
Земля Франца-Иосифа

фото В.А.Маркина



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

## Третий международный полярный, он же геофизический

К середине 50-х годов техника сделала очередной рывок. Развивались радиоэлектроника и системы для дистанционных исследований, появились метеорологические и геофизические ракеты. Мир стоял на пороге космической эры. Это подтолкнуло к решению провести третий международный полярный год не через 50 лет, а через 25 после предыдущего. На этот раз, в 1957–1958 его назвали Международным геофизическим годом (МГГ), тем самым расширив поле исследований на весь земной шар. В программе МГГ участвовали 67 стран, около 6 тысяч научных станций, из них 500 – советских. Из 50 арктических полярных станций 33 принадлежали нашей стране. Самые масштабные исследования были развернуты в арктических обсерваториях: Дружная (в бухте Тихой на ЗФИ), Диксон, Тикси, Певек и Баренцбург (на Шпицбергене). На острове Хейса (ЗФИ) построен ракетный комплекс, откуда регулярно запускались метеорологические ракеты. На дрейфующих льдинах работали станции СП-6, СП-7 и СП-8. В Антарктиду отправились советские экспедиции, там были открыты восемь советских антарктических станций: Мирный, Пионерская, Оазис, Восток и Восток-1, Комсомольская, Советская и Полюс относительной недоступности. По предложению советского комитета МГГ был продлен до 1959 года.

Дальнейший наш рассказ – об одной из полярных экспедиций, проведенной по программе МГГ в 1957–1959 годах. Это гляциологическая экспедиция Института географии АН СССР на Землю Франца-Иосифа. Два года ее участники провели не просто на острове, а непосредственно на ледяном куполе, в крайне суровом арктическом климате. Только так можно было досконально изучить особенности оледенения ЗФИ, что и было задачей ученых.

## Самая северная земля

Архипелаг ЗФИ включает около двухсот островов и занимает двести тридцать километров с севера на юг и около четырехсот – с запада на восток.

В 1873 году австрийцы Юлиус Пайер и Карл Вайпрехт, дрейфуя на судне, зажатом во льдах Баренцева моря, увидели среди нагромождения торосов суровые скалы и невиданной формы ледники. Они назвали землю именем последнего императора Австро-Венгрии. В конце XIX – начале XX века на ЗФИ побывало несколько экспедиций из разных стран, но большинство из них не было обременено научными задачами: острова служили им перевалочной базой в «гонках к полюсу». Здесь же оказались Нансен и Юхансен, после того как покинули дрейфующий во льдах «Фрам» и пешком отправились к полюсу. Во время суровой зимовки на архипелаге они вдвоем были заняты не только выживанием, но и вели научные наблюдения. А в

1896 году на мысе Флора произошла историческая встреча Нансена с британцем Фредериком Джексонем, который возглавлял экспедицию Королевского географического общества.

В 1912 году к Северному полюсу на корабле «Св. Фока» отправляется русская экспедиция под командованием Георгия Седова. Делом чести и всей своей жизни Седов считал достижение русскими Северного полюса. Но, в отличие от многих других, в этой экспедиции велись и научные исследования: в ее составе были метеоролог В.Ю.Визе, геолог А.П.Павлов, художник и писатель Н.В.Пинегин. Судьба экспедиции сложилась трагично. После первой тяжелой зимовки на Новой Земле случилась еще более тяжелая зимовка на ЗФИ, где весь экипаж свалила жестокая цинга. Состояние здоровья Георгия Седова было совсем плохим, когда он отправился к полюсу в сопровождении двух товарищей. Он погиб, пройдя лишь десятую часть пути. Товарищи похоронили его на острове Рудольфа, завернув тело во флаг, который Седов мечтал водрузить на Северном полюсе. Так что в истории земли, куда был заброшен научный десант, есть и славные, и трагические страницы.

## Обитатели купола Чюрлениса

Участники экспедиции Института географии с многотонным грузом оборудования, угля, продовольствия стартовали к ЗФИ из Архангельска 21 июня 1957 года на теплоходе «Немирович-Данченко». Группа состояла из 14 человек: Владимир Суходровский – начальник экспедиции, геоморфолог, Олег Виноградов – геодезист, Михаил Гросвальд – геоморфолог, Нина Разумейко – гляциолог, молодые, недавно закончившие географический факультет МГУ Александр Кренке, Вячеслав Маркин, Татьяна Псарева, метеонаблюдатель Любовь Воронина, инженер Лев Базанов и его жена Нина Базанова, буровой мастер Иван Пархоменко, коллектор Анатолий Зимников, механик Вячеслав Толмачев и повар Александр Карасев. Все они молоды: средний возраст участников равнялся 32 годам, больше 40 было только Карасеву. Среди них четыре женщины – это первый случай, когда женщин взяли в ледниковую арктическую экспедицию.

Остров Гукера, так же, как и другие острова архипелага, имеет базальтовое основание, на котором возвышаются несколько ледовых куполов, а так называемые выводные ледники с каменистого плато спускаются по направлению к океану. На ледовом куполе за несколько лет до этого работала экспедиция Института Арктики и Антарктики. Было важно продолжить исследования, чтобы сравнить их с результатами предшественников.

16 августа «Немирович-Данченко» прибыл в бухту Тихую, где перед путешественниками торжественно встала отвесная громада – скала Рубини (названная именем итальянского тенора), символ этого места. На время их приютила полярная станция, работающая здесь уже без малого 30 лет.

Предстояло разгрузить оборудование с теплохода и поднять на высоту 360 м, на ледовый купол.

Старт МГГ назначен на 1 октября, и ровно в этот день нужно было начать наблюдения на куполе, а для этого поселиться на нем и построить метеостанцию. Доля гляциолога — жить как можно ближе к своему объекту исследования: не рядом со льдами, а прямо на леднике. Домом исследователей должен был стать купол Чюрлениса неподалеку от бухты Тихой. Откуда возникло здесь имя литовского художника и композитора? Своим названием купол обязан другому художнику — Николаю Пинегину, члену седовской экспедиции. Величественная красота и безмолвие этих мест вызвали в его памяти фантастические картины Чюрлениса, скорее всего, картину «Покой», на которой изображены неподвижная водная гладь, скала, холмы.

## Ледяной дом

Мешки с мукой и сахаром, уголь, ящики с приборами, доски и еще множество всяких вещей гляциологи втаскивали на купол, впрягая по двое-трое в нарты с полозьями из лыж. Экспедиционный трактор, к несчастью, сразу сломался.

На вершине купола их ожидало жилье, оставшееся «в наследство» от предыдущей экспедиции. Жильем это можно было считать весьма условно, над поверхностью ледника возвышался только конек крыши — остальной бревенчатый дом полностью вмерз в лед. Лдом заполнено и внутреннее пространство дома, а поверх льда — полметра воды. На помощь пришла старенькая

пожарная помпа, а затем с ломami и кирками люди врубались в лед. Титаническая работа по вырубке дома из льда продолжалась больше недели. Чтобы сэкономить время, гляциологи по-сменно переселялись в ледяной — пока не только снаружи, но и изнутри, дом. Внутри было страшно холодно, а печь — в ледяном плену. Единственный способ согреться, вылезая утром из спальника, вспоминают они, тут же хвататься за кирку и рубить, рубить.

## Полярная станция А-009

Поселившись в доме, где на стенах был еще лед, а на полу по щиколотку стояла вода, отряд приступил к строительству метеостанции. Во льду закрепили девятиметровый флюгер, метеобудки, актинометрическую будку (для приборов, измеряющих солнечное излучение), осадкомер. Общими усилиями — что-то на нартах, что-то в руках — подняли на купол приборы. До начала МГГ оставалось полтора часа. И они успели! Ровно в срок Александр Кренке и Любовь Воронина вышли делать первые метеонаблюдения. Вступила в действие станция А-009, как она значилась в международной классификации, единственная в то время в советской Арктике метеостанция на вершине ледникового купола.

«Бескрайний белый океан. Океан снега, взвихренного неистовой силой ветра. Два человека бредут по дну этого океана. Низко опустив голову, они с трудом преодолевают стремительно налетающую на них снежную толщу. Они идут друг за другом, след в след, в одном ритме, потому что знают: шаг в сторону — и ты один на один с дикой силой, стремящейся оглушить, обессилить, бросить на острые стрелы заструг. Тяжелые рюкзаки тянут назад, туда, куда несется плотно набитый колючими изломанными кристаллами снега ветровой поток. Стоит слегка ослабить мышцы, и ветер моментально валит наземь. Каждый час путники устраивают привал. Они лежат, приткнувшись в обрыв заструга рюкзаками, и вяло перекрикиваются сквозь рев ветра. Потом встают, идут дальше. А метель не утихает.

Но вот в белой бушующей пелене мелькнуло расплывающееся пятнышко. Оно становится все явственнее, и вскоре за сеткой метели возникает мощная лампа на высокой мачте флюгера. В кругу ее света — будки, столбики, провода метеоплощадки. А рядом — огромный снежный бугор. Прямо из-под снега вылетают рваные клочья дыма и снопы длинных искр. В том месте, где к бугру длинным шлейфом примкнул надув мелкого, как пыль, снега, торчит черенок лопаты. Путники быстро



На фоне отвоеванного у льда дома: Вячеслав Маркин, Александр Кренке, Иван Пархоменко



фото М.Г. Гроссальда

Впервые женщин взяли в ледниковую экспедицию. Любовь Воронина, Татьяна Псарева, Нина Базанова



Повар Александр Карасев (стоит) приготовил праздничный ужин — пончики. В. Суходровский (спиной), А. Карасев, Н. Разумейко, А. Кренке, В. Маркин, И. Пархоменко, В. Толмачев, Л. Базанов, О. Виноградов

раскапывают снег, приподнимают фанеру и по накатанной снежной горке стремительно съезжают вниз. Несколько шагов в полусогнутом состоянии вдоль стены, и они в помещении, наполовину засыпанном снегом, с потолком, покрытым гигантской бахромой изморози. Еще один поворот, и спуск по лестнице с перилами в своего рода сени. Они тоже холодные, но уже с капитальными бревенчатыми стенами. Отсюда, через обитую войлоком и мешковиной дверь путники вместе с клубами пара вваливаются в освещенную комнату».

Так писал Вячеслав Маркин в книге «В стране ледяных куполов», посвященной товарищам по экспедиции на ЗФИ. Так они жили и работали.

## Жизнь

Научным сотрудникам доводилось быть плотниками, грузчиками, забойщиками, тягловой силой. В первое время пришлось очень много строить, чтобы подготовиться к полярной зиме. На станции появились еще два жилых помещения: в одном доме поселились две семейные пары: Суходровский и Разумейко и чета Базановых, а в другой — в дощатый «балок» — перешли жить девушки Люба и Таня. На леднике Седова Михаил Гросвальд и Анатолий Зимников построили вторую научную базу с метеоплощадкой, она же служила перевалочным пунктом при подъеме из бухты на купол, поэтому получила название «Приют». Из снежных кирпичей сложили домыкрытие для оборудования — «Храм богини Гляциолопы».

Кроме строительных, случались и другие авральные работы, например по спасению трактора, провалившегося гусеницей в трещину во льду. Тогда аврал продолжался 19 часов без перерыва на 30-градусном морозе с ветром!

В быту не было самых минимальных удобств. «Первое время нечем было умыться, воду добывали только на готовку, ходили все черные от копоти и сажи, — вспоминает Любовь Воронина. — Лицо протирали спиртом. В тамбуре работал «движок», угарный газ от него шел прямо в комнату, и нередко мы «угорали». Несколько раз в ледяном доме возникал пожар, с которым, к счастью, удавалось справляться.

Раз в десять дней «куполяне», так они называли себя, спускались в цивилизацию — в бухту Тихую, в баню. Рассказывает Любовь Воронина: «Как-то раз все, кроме нас с Таней Псаревой, ушли в Тихую, а тут началась пурга. Мы вдвоем оказались отрезаны от мира на несколько дней. Топили печь, ходили на метеоплощадку по веревке, чтобы не заблудиться. Ветер такой, что ты пытаешься упасть, чтобы ползком добраться, а упасть не можешь — как стена тебя держит. Откапывали вход в дом лопатой. Кончился уголь, и мы пошли на добычу, раскопали снежную гору, под которой сани с углем. Уголь мелкий, как пыль: нагружаешь лопату, а его тут же сдувает. Так с превеликим трудом мы насыпали мешок, волокни его к дому и спускали вниз по лестнице. Стоишь внизу, принимаешь мешок, а он прорывается, и ты вся в угольной пыли, но жалко не себя, а уголь — опять ведь набирать! Движок замерзал, и, чтобы его завести, грели свечу в горячей воде в мыльнице».

Боевой дух отряда поддерживал Владимир Суходровский. Его вера в то, что все трудности можно выдержать и все, казалось бы, невозможное — сделать, передавалась остальным. Время показало, что люди в экспедицию были выбраны правильно: в предельно тяжелых условиях между членами группы не случилось серьезных конфликтов.

## Работа

Четыре раза в сутки «куполяне» снимали показания приборов на метеоплощадке. Термометры и психрометры измеряют температуру и влажность, те же показатели регистрируют самописцы в метеобудках, которые нужно менять раз в сутки; флюгер указывает направление и силу ветра. Когда на небе появляется солнце, к четырем метеосрокам добавляются еще восемь актинометрических сроков. Актинометры из-



меряют величину солнечной энергии, гелиографы — количество солнечных часов, гальванометры — электрический ток, возникающий от разницы температур на черной и белой пластинке, пиранометры — суммарное солнечное излучение, а альбедометр — отраженную энергию солнца. В Арктике ничтожная доля солнечной радиации идет на нагрев поверхности, а основная часть энергии (90–95%) отражается от снега и льда; ее показатель — альбедо. Поэтому арктические температуры столь низки. В общей сложности за сутки Любовь Воронина и другие метеонаблюдатели снимали почти 500 различных измерений.

Вдоль и поперек, а также вглубь исследовали гляциологи окружающий лед. Как нарастает и тает ледниковая масса? Какова температура льда? Какова его структура? Как происходит движение ледников, с какими скоростями? Ответы на эти вопросы должны были найти зимовщики. Олег Виноградов с кем-нибудь из помощников проводил геодезические измерения, исходя вдоль и поперек окрестности с теодолитом. Михаил Гросвальд изучал ледниковую тектонику: какие слои льда образуют ледовый купол, какие внутренние силы действуют во льду и формируют его структуру, как возникают трещины. Александр Кренке и Вячеслав Маркин на куполе и окрестных ледниках измеряли высоту снежного покрова, копали шурфы и описывали снежные разрезы, определяли плотность снега. Нина Разумейко устанавливала на поверхности и в глубине льда термисторы — измерители температуры по величине электрического сопротивления. Бурение льда сначала приходилось делать вручную, а к лету наладили буровую установку и с ее помощью пробурили скважину глубиной 70 метров, потом еще несколько. Из глубины доставали ледяные керны — столбики льда.

Для изучения льда «изнутри» полярники построили «ледовую лабораторию» — специальное помещение прямо во льду купола, где день и ночь держится постоянная температура (–9° С). Работа велась в авральном режиме. Несколько человек долбили лед, женщины нагружали ящики, наверх их вытаскивали с помощью лебедки по наклонному тоннелю. В конце концов на глубине 14 метров выдолбили три комнаты. В лаборатории отделали столы, поставили микроскопы — это было хозяйство Татьяны Псаревой. Из ледяного керна она выпиливала тонкие пластинки, которые рассматривала под микроскопом и фотографировала. Так изучали структуру льда.

## «И наградой за ночи отчаянья — будет вечный полярный день...»

Полярная ночь покрывает зимовщиков уже в ноябре. Солнце покидает их на шестнадцать недель и отдает во власть тьмы. Первый Новый год на куполе зимовщики встретили с картонной елкой. Коллективным подарком для всех стал запуск «электростанции» — механик Вячеслав Толмачев, который уже давно обещал своим товарищам «море света», наладил киловаттный дизель-генератор. Этого хватало на лампочки в домах, на освещение метеоплощадки и главного фонаря на десятиметровой мачте флюгера, который служил ориентиром для всех возвращавшихся с работы к дому сквозь пургу. Заблудиться во тьме ночи, в снежном круговороте было реальной опасностью для каждого, кто покидал дом.



фото М.Гросвальда



Любовь Воронина проводит актинометрические наблюдения

Татьяна Псарева за работой в ледовой лаборатории

День Солнца — главный праздник полярников — случился 23 февраля, в день Советской армии. Огромный красный шар выкатился на вершину соседнего купола Джексона и застыл, покачиваясь. Хотя в этот день светило показалось зимовщикам на глаза всего на четверть часа, а на следующий день они его и вовсе не увидели — на две недели разразилась снежная буря. С приходом солнца черно-белый мир вокруг заиграл разнообразными оттенками, которых он был лишен во время полярной ночи. Наступила «весна света». Но она же принесла с собой самые жестокие морозы — 30–40°С с ветром.

С каждым днем света все больше и больше. А потом наступает круглосуточный арктический день — совсем непохожий на романтические «белые ночи». Однако на температуре это особенно не сказывалось: только в мае она стала подниматься до — 8–5°С градусов. При этом почти каждый день над островом проносились циклоны, неся с собой снежные бури. Они не прекратились и с наступлением июня. «Последняя пурга посетила купол 24–25 июня, — пишет Вячеслав Маркин. — Она завалила нас горами тяжелого влажного снега, который очень трудно было раскапывать. А потом штормовой ветер понес на остров свинцовые тучи. Целый день бешено проносились над головами их обтрепанные лохмотья. В разрывах туч мелькала чистая голубизна. Этот ветер принес нам дол-

гожданную весну. Температура поднялась до плюс +5–7°С. Снег стал быстро таять. Но уже скоро мы убедились, что эти дни одновременно были и летними: более теплой погодой лето нас не порадовало».

Летом купол Чорлениса часто скрывался в туманах. Туман пожирал все вокруг, даже солнце. Иногда «куполяне» спускались вниз, где из тумана показывалось освободившееся из-под снега каменистое плато, бежали ручьи и радовали глаз скромные северные цветы. Это июль. А уже в августе на куполе выпал первый снег следующей зимы.

## Шаг в ледяную бездну

Одна из самых больших опасностей для полярников — трещины во льду. С приходом весны, прикрытые только тонкой снежной корочкой, они превратились в настоящие ловушки. Вот как описывает встречу с этими ловушками Вячеслав Маркин в книге «Там, где умирает Гольфстрим»: «В первый маршрут весенней снегомерки идем с Сашей Кренке... Как только мы вступили на ледник Седова, нам стали встречаться одна за другой новые, ранее не попадавшие трещины... Внезапно я почувствовал, что нога уходит вниз, а потом... полетел куда-то. Затем падение прекратилось — наступила мертвая тишина... Мои ноги стоят на снежном коме, а подо мной — черная бездна с хрустальными стенами. Я застрял в суженной части трещины, сильно расширяющейся книзу. Застрял только потому, что за спиной у меня объемный рюкзак... Появилось в щели лицо моего спутника, и мы стали думать, как меня спасать... Прежде всего надо было снять рюкзак, потому что в нем лежала длинная страховочная веревка. Я снимаю его, а мой товарищ поднимает рюкзак на веревке. Теперь, когда рюкзака за спиной нет, приходится неестественно выгибаться, чтобы удержаться между стенками трещины. Затем Саша опускает на веревке ледоруб. Другой веревкой я обвязываю себя, потом вырубая ступеньки в гладкой стене трещины и медленно, держась за узлы веревки, поднимаюсь вверх. Саша страхует меня по всем правилам альпинистской техники.

Идем дальше, поменявшись местами. Идем осторожно, проверяя каждый шаг. Но не успели мы дойти до следующей вехи, как мой спутник исчез в двух шагах впереди меня... Я бросился смотреть и чуть было сам не провалился, встав прямо на ту же трещину.

— Кидай веревку... Ледоруб ушел ниже... стою очень плохо, — слышу я снизу.

Он стоял на ледяном уступе так же, как и я у изгиба трещины. Способ вытаскивания применили тот же. Только теперь у нас не было ледоруба. Кроме того, при падении Саша пострадал: его стукнул в бок крупный кусок льда».

Чемпионом по глубине падения в трещину стала Нина Разумейко — 14 метров пролетела она вместе с лыжами.

фото М.Г.Гросвальда



Олег Виноградов проводит геодезическую съемку



Такие трещины не оставляют шанса на спасение

фото М.Г.Гросвальда



## СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Потепление было недолгим, через два дня температура снова стала минусовой, несмотря на лето, пришла новая снежная пурга. Все, как обычно. А людям оставалось зализывать раны, нанесенные водой. Они лишились ледовой лаборатории, еще больше было жаль разрушенную электростанцию. Но исследователи нашли выход: под руководством Михаила Гросвальда заработал «филиал» лаборатории – в нише, оставшейся из-под выколото́го льда, при свете фары буровой машины продолжили изучение и фотографирование образцов льда.

Последние наблюдения на метеостанции «Купол Чюрлениса» Александр Кренке сделал 31 июля 1959 года. Станция прекратила свое существование на 669-й день работы. Позади остались сотни тысяч отсчетов по различным приборам, записанных обмороженными пальцами, тонны перелопаченного снега, бессонные ночи дежурств. Зимовщики отстояли около пяти тысяч метеосроков, пропустив лишь один. Что же нового они узнали?

## Итоги экспедиции

Климат ледового купола сильно отличается от климата не покрытой льдом суши. За год на куполе было всего лишь 17 дней, когда температура поднималась выше нуля. Ни в одном другом ледниковом районе мира нет такой большой облачности с туманами, как на ЗФИ. Поэтому земля здесь получает гораздо меньше солнечной радиации, чем Антарктида.

Теперь можно было более или менее точно реконструировать историю «страны ледяных куполов», что и стало важнейшим результатом экспедиции. Когда-то льда здесь не было вовсе. В меловом периоде на ЗФИ буйствовала пышная растительность — об этом напоминают сохранившиеся кое-где на островах архипелага гигантские стволы окаменевших деревьев и пласты каменного угля. Но с приходом великого четвертичного оледенения эта земля была завоевана льдами. По подсчетам М.Гросвальда, 12–15 тысяч лет назад ЗФИ полностью освободилась ото льда и начала медленно подниматься. На сушу вернулась богатая растительность и разнообразный животный мир, в океане плавали киты. Примерно 10 тысяч лет назад на ЗФИ вновь возникло оледенение, а около 8 тысяч лет назад стало отступать, хотя на этот раз полностью не исчезло. В ту эпоху на архипелаге водились северные олени, и до сих пор их рога вытаскивают из-под снега. Две с половиной тысячи лет назад в связи с очередным похолоданием льды начали новое наступление на архипелаг. Экспедиция доказала, что современные ледниковые покровы ЗФИ — не остатки великого четвертичного оледенения, а гораздо более молодое образование. Стало ясно и то, что ледяные купола архипелага постепенно отступают и понижаются в поверхности.

Этот вывод ученые сделали в начале 60-х годов прошлого века. О глобальном потеплении тогда еще никто не говорил...

## Оставшиеся на второй год

31 августа в бухту Тихую пришел корабль, но приблизиться к берегу не смог из-за льдов. Ушел обратно, едва не попавшись в ледовый плен. Провести следующий год без пополнения запасов продовольствия и топлива было невозможно. Началась «корабельная эпопея»: Владимир Суходровский посылает телеграмму Хрущеву о том, что полярники остались без связи с «большой землей». Телеграмма помогла, и в конце сентября пришли сразу три корабля во главе с ледоколом «Капитан Воронин». Они привезли снабжение, увезли килограммы собранных исследователями материалов в виде таблиц и частично сменили состав экспедиции: механика, коллектора и бурового мастера. А основная группа оставалась встречать вторую полярную зиму: как уже упоминалось, МГГ решением организационного комитета был продлен до 1959 года.

И снова тьма полярной ночи, пурга, звезды, регулярные метеонаблюдения, долгожданное солнце, снегомерки, теодолит, шурфы, туманы... Второй год прошел несколько легче — уже появился опыт выживания, наладился быт, полярники обзавелись необходимым хозяйством. Например, устроили свою собственную баню в дизельном помещении. Появилось радио, по которому слушали новости и музыку по заявкам. Читали книги. В свободное время «куполяне» организовали семинары, где каждый рассказывал о своей прошлой научной работе. В течение нескольких недель работал кружок по изучению языка эсперанто, который вел Михаил Гросвальд. Во время коллективной чистки картошки образовался «картофельный клуб», где обсуждались самые разные вопросы. Наладили киноаппарат и регулярно смотрели фильмы.

Однако жизнь на льду очень уязвима. И всецело зависима от природы.

## Наступление воды

Второе лето принесло неприятный сюрприз — наводнение. После того как в конце июня резко потеплело, лед вокруг стал стремительно превращаться в воду. Тут-то гляциологи ощутили, что все это время они жили, строго говоря, в воде, только она находилась в твердой фазе. Вода проникла сквозь крышу, затопила комнату, ледовую лабораторию, дизельное помещение. Титаническими усилиями был спасен электрогенератор, вещи и приборы перетаскивали в другие дома, которые, впрочем, тоже скоро оказались залитыми водой.



# Устойчивое развитие с радиационной химией

Член-корреспондент РАН  
**Н.П.Тарасова**

Сначала уточним, что такое «устойчивое развитие», — поскольку термин давно стал общеупотребительным, его обычно никто не расшифровывает. Определение этого понятия сформулировала в 1987 году Международная комиссия по окружающей среде и развитию, которую возглавляла премьер-министр Норвегии Харлем Брунтланд: «Устойчивое развитие — это такое развитие, которое удовлетворяет потребности существующих поколений, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять их потребности». Сейчас во многих странах, в том числе и в России, этому уделяют большое внимание, и множество проектов реализуют именно под девизом «устойчивого развития».

Почему мы вообще об этом говорим? Потому что сейчас человечество находится на траектории неустойчивого развития. В экосистеме «Земля» сформировались новые незамкнутые (в отличие от природных) потоки (рис. 1). Это отходы и рассеивающаяся энергия, связанные с человеческой деятельностью. Человечество берет у планеты то, что ему нужно, но после использования остаются отходы, а низкопотенциальная энергия излучается в виде тепла в окружающую среду. При этом совершенно очевидно, что чем ниже качество природных ресурсов (чем меньше в них целевых компонентов), тем больше получится отходов на тонну полезного продукта. Например, из-за того, что количество меди в рудах месторождения Батт (Монтана, США) уменьшилось с 30% до 0,5%, количество пустой породы на тонну металла увеличилось с 3 до 200 тонн.

Если мы хотим уменьшить интенсивность незамкнутых потоков и обеспечить устойчивое развитие нашей планеты, нужно уменьшить выбросы или очищать их. Чем лучше очищены отходящие газы или сточные воды, тем дороже это стоит. Например, если мы захотим на 80% сократить стрелку «за-



разнения» по оксидам азота, на это придется потратить почти 30 000 евро на тонну NO<sub>x</sub>, тогда как очистка на 50% требует сравнительно небольших средств.

Казалось бы, а при чем тут радиационная химия, которая занимается химическими процессами, которые инициирует ионизирующее излучение? С ее помощью можно рационально использовать сырье и очищать выбросы, причем в некоторых случаях никакими другими способами достичь похожих результатов невозможно. Например, метод, разработанный учеными Института физической химии и электрохимии РАН, позволяет получать жидкое моторное топливо облучением природного газа. При этом газ используется полностью, почти нет отходов, сбросов и выбросов. Метод позволяет также управлять составом облучаемого газа, то есть целенаправленно корректировать соотношение реагентов в смеси и получать жидкое топливо нужного качества.

Другой пример уникальной радиационной технологии — получение красного фосфора из шламов фосфорных производств. В шламах фосфор находится в виде устойчивых эмульгированных суспензий белого фосфора, кото-



**1**  
*Диаграмма потоков в глобальной экосистеме. Население и капитал поддерживают свое существование за счет ископаемых и производят потоки тепла и отходов, загрязняющих биосферу.*

рые очень опасны для людей и окружающей среды. К сожалению, хотя в МХТИ им. Д.И.Менделеева технология была отработана, нам не удалось в 1990-х годах запустить в Чимкенте опытную установку радиационно-химического синтеза. Ценнейшее оборудование было демонтировано и сдано в металлолом. Но радиационная химия здесь совсем ни при чем, так сложилась историческая ситуация.



1992

1898

2

*Ледники в австрийских Альпах  
100 лет назад и сейчас.*

*Чтобы сохранить то, что осталось,  
ледник накрывают полимерной пленкой*  
[http://files.alpenverein.at/download/  
1076670171156\\_18\\_gletscherberichte2003.pdf](http://files.alpenverein.at/download/1076670171156_18_gletscherberichte2003.pdf)

Можно привести еще один пример, иллюстрирующий уникальность радиационной химии. Ионизирующее излучение позволяет эффективно удалять такие стойкие загрязнители, как фенолы, нитроароматические соединения, гуминовые и фульвокислоты, а также обеззараживать сточные воды. Наконец, уже около 30 лет назад радиационные химии наблюдали эффект образования кластеров серебра при облучении водных растворов его солей — иначе говоря, синтез наноразмерных объектов.

Еще одна область, где радиационная химия просто необходима, и, наверное, с нее следовало бы начать, — энергетика и связанная с ней проблема глобального изменения климата. Не будем обсуждать, происходит потепление или нет, — существуют разные точки зрения. Но если руководствоваться официаль-

ной позицией Межправительственной группы экспертов по изменению климата (кстати, удостоенной в 2007 году совместно с Альбертом Гором Нобелевской премии мира), то в последнем докладе они впервые отметили, что антропогенный вклад в изменение климата действительно существует ([www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)).

Наглядно проиллюстрировать потепление очень просто — фотографии ледников австрийских Альп, с которых уже больше ста лет катаются лыжники (рис. 2). Поскольку зимний туризм и зимние виды спорта — мощнейшая отрасль экономики, то с катастрофическим уменьшением снежного покрова стараются бороться. Например, это можно делать с помощью радиационной химии. Радиационно-химическая полимеризация — один из методов, позволяющих получать пленку, которой затем накрыв-

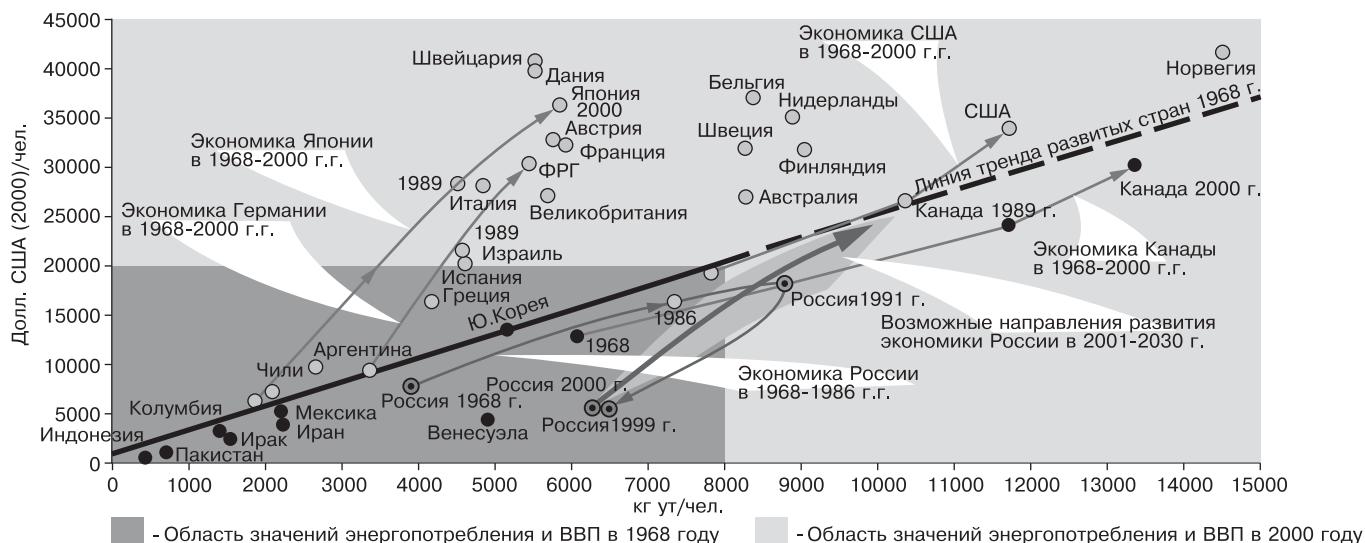
вают ледники, чтобы они не таяли. Но это борьба с проявлениями, а правильнее бороться с причинами.

Излишне напоминать, что энергетика — это основа и даже отчасти критерий уровня жизни современного общества. Как человек приспосабливается к изменению климата? В отличие от других живых организмов, которые меняют жизненный цикл или конструкцию собственного тела в процессе адаптации, человек создает себе удобную среду обитания (обогревая или, наоборот, охлаждая жилище). Для этого нужна энергия. Но энергию можно получать и расходовать по-разному.

Сегодня именно с учетом этого признака страны классифицируют по уровню развития (рис. 3). Те, которые обеспечивают высокий уровень жизни (высокие показатели валового внутреннего продукта на душу населения) при небольших затратах энергии, можно считать действительно развитыми. Это, например, Япония и Германия, где активно используют инновационные технологии. А есть страны, которые просто увеличивают энергопотребление, и за счет этого пропорционально растет доход на душу населения — например, Канада. Интересно отметить, что США от этой простой линейной зависимости начали уходить начиная с 70-х годов XX века, и сейчас у них происхо-

3

*Зависимость валового внутреннего продукта на душу населения от энергопотребления.*  
(А.Э.Конторович, Н.Л.Добрецов, Н.П.Лаверов и др. Вестник РАН, 1999, №9)



дит увеличение ВВП при меньших затратах энергии. Есть еще одна группа — страны, где низкий уровень жизни и низкое энергопотребление. Кривая для России, у которой в 1991 году начался резкий спад, напоминает петлю гистерезиса. Пока еще невозможно сказать, как она в этом плане будет развиваться дальше, однако очень важно правильно определить энергетическую стратегию. Тут может сыграть и не последнюю роль ядерная энергетика.

Многие специалисты считают, что ядерная энергетика — пока единственная реальная альтернатива использованию органических ископаемых. Интересно посмотреть, как меняется отношение к этой проблеме даже самых «зеленых». Например, Джеймса Лавлока, автора знаменитой теории Геи. Согласно ей, Земля действует как единое живое существо, а не как управляемая случайным образом геохимическая система: биологическая составляющая контролирует способность планеты быть обитаемой, формируя атмосферу, океаны и сушу именно так, чтобы развивалась жизнь. В начале сентября 2007 года Лавлок выступил с докладом, в котором отметил, что ядерная энергетика приобретает особое значение, когда из-за изменения климата начинают работать механизмы обратной связи Геи. От него этого никто не ожидал.

Результаты опросов, проводимых по всему миру, говорят о том, что общество начинает осознавать необходимость использования ядерной энергии. Это совершенно естественно — не хватает энергии, растет загрязнение окружающей среды, поэтому меняется и общественное мнение. В Швеции и Корее больше 80% жителей полагают необходимым развивать ядерную энергетiku, в США 60% американцев считают атомные станции безопасными. А в России (ядерной державе), как показали опросы, только 10% определи-

лось в своем отношении к ядерной энергетике. Но между тем количество ядерных электростанций растет, и этот процесс будет продолжаться (рис. 4). По некоторым прогнозам, к 2030 году их мощности могут увеличиться почти в два раза.

Если же говорить о безопасности, то специалисты МАГАТЭ (Международное агентство по атомной энергии) оценили риск для здоровья населения от электростанций, работающих на угле, нефти, газе и ядерном топливе. В исследовании учитывали непосредственную и отдаленную смертность населения, связанную со всей технологической цепочкой производства электроэнергии: добычей и транспортировкой топлива, экологическим ущербом от его сжигания, захоронением отходов и т. д. Оказалось, что в расчете на 1ГВт мощности в год ядерная энергетика безвреднее ТЭС, работающих на газе, в 2 — 30 раз, а работающих на угле и нефти — в 30 — 300 раз! Естественно, речь идет о работе станций в нормальном режиме.

**И** вот мы вплотную подошли к радиационной химии. Потому что, с одной стороны, ядерная энергетика — это источник ионизирующего излучения и источник изотопов, которые использует радиационная химия, а с другой стороны, это та область, где применяют результаты радиационно-химических исследований. Ведь очень важно понять, как меняются вещества под действием излучения — в частности, от этого зависит работа реактора. Поскольку растет количество ядерных станций, то нужно все больше специалистов, которые будут проводить исследования, получать новые знания и предсказывать воздействия ионизирующих излучений на окружающую среду.

Радиационная химия как наука появилась благодаря развитию ядерной энергетике. Сначала, в 40-х годах XX века, это были закрытые работы, но с 1955 года эта область стала открытой, после того как И.В.Курчатов, выступая на Международной конференции в Женеве, призвал мировое сообщество использовать энергию атома в мирных целях. Уже более полувека идут активные прикладные и теоретические исследования. Изначально специалистов начали готовить, ориентируясь на нужды атомной энергетики, но потом выяснилось, что у радиационной химии найдется много других областей применения.

Например, как ни странно, радиационная химия может внести свой вклад в «озеленение химии», почти в

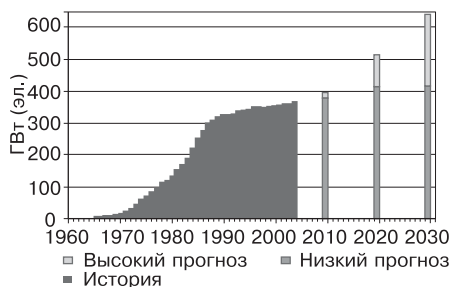
каждую из 12 позиций (см. «Химию и жизнь», 2007, № 11). Причем она позволяет достичь тех результатов, которые невозможно получить другими методами. И это несмотря на то что ионизирующее излучение обычно связывают с вредом.

Сегодня радиационная химия — это далеко не только ядерная энергетика. Фундаментальные результаты радиационно-химических исследований используют при разработке новых технологий (нанотехнологии, ресурсосбережение, снижение антропогенной нагрузки и др.), для создания материалов — катализаторов, композитов и др.

Расширяются прикладные исследования. Уже есть материалы, которые получают с помощью радиационно-химического синтеза, в практику вошло радиационное модифицирование полимерных материалов (в том числе, радиационная прививочная полимеризация) и радиационные технологии производства композитов, отработано радиационное отверждение покрытий и многое другое.

Есть еще одно не совсем очевидное для всех применение радиационной химии. Сегодня при выборе технологии принято анализировать величину импакт-фактора, то есть показателя, который по многим пунктам учитывает, как данный продукт и технология его получения воздействуют на окружающую среду. Задача радиационных химиков — предлагать способы уменьшения любого из компонентов импакт-фактора. Например, с помощью ионизирующего излучения можно снизить температуру до комнатной, отказаться от озоноразрушающих веществ.

По прогнозам МАГАТЭ, в ближайшие 10–20 лет могут быть очень перспективными следующие пять направлений использования методов радиационной химии. Во-первых, получение радиационно-отверждаемых полимерных нанокомпозитов с улучшенными поверхностными механическими свойствами — прозрачных, устойчивых к царапинам покрытий. Во-вторых, с помощью методов радиационной химии уже сейчас получают макроскопические полимерные гели — именно из них обычно делают мягкие контактные линзы, гидрогелевые повязки на раны и средства контролируемой доставки лекарственных препаратов. Переход к микро- и наноразмерам позволит синтезировать гели-носители лекарственных препаратов, генов и биомаркеров. Следующая интересная технология — электронно-лучевая литография как метод получения устройств на интегральных наносхемах. Весьма необычная и эф-



**4**  
**Ядерно-энергетические мощности во всем мире. История — рост с 1960 по 2005 год включительно. Темно-серые столбцы — прогнозы МАГАТЭ на 2010, 2020 и 2030 годы. Светло-серые — высокие прогнозы для некоторых стран**

фективная область — стерилизация насекомых, поскольку изменение климата меняет ареал их обитания и численность насекомых нередко просто необходимо контролировать.

Наконец, последнее — онкология. Уже давно и успешно радиотерапию применяют в дополнение к фармацевтическим средствам. В последние двадцать лет развивается брахитерапия, то есть размещение закрытых радиоактивных источников в непосредственной близости от ткани-мишени. Здесь радиационная химия пересекается с радиохимией и радиобиологией. Обратите внимание: радиохимия, в отличие от радиационной химии, изучает химические свойства радиоактивных изотопов и элементов, которые могут служить источником ионизирующих излучений, используемых радиационными химиками.

**К**ак только появляются новые отрасли науки и новые технологии, возникает потребность в специ-

алистах. В нашей стране были созданы прекрасные научные школы подготовки таких специалистов, которыми руководили основоположники этих научных направлений: в МГУ им. М.В.Ломоносова — Н.А.Бах, Л.Т.Бугаенко, в МХТИ (ныне РХТУ) им. Д.И.Менделеева — П.А.Загорец. Кафедры радиационной химии были организованы также в Институте нефти и газа им. И.М.Губкина, в Ленинградском государственном технологическом институте и некоторых других вузах. Была налажена связь с академическими и отраслевыми институтами, где проводились исследования, и с промышленностью, которая все это внедряла.

После Чернобыльской аварии отношение к радиационной химии, как и к атомной энергетике, резко изменилось. Поток абитуриентов сократился, почти во всех вузах, где готовили радиационных химиков, кафедры были сокращены или вообще ис-

## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

чезли. Это опасная ситуация, которую необходимо срочно исправлять.

**Что еще можно почитать об устойчивом развитии и радиационных технологиях:**

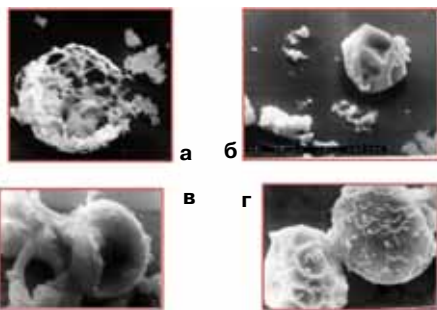
**Д.Медоуз и др.** Пределы роста. 30 лет спустя. М.: ИКЦ "Академкнига", 2007.

**А.М.Чекмарев, Н.П.Тарасова, Ю.В.Сметанников.** Химия, ядерная энергетика и устойчивое развитие. М.: ИКЦ "Академкнига", 2006.

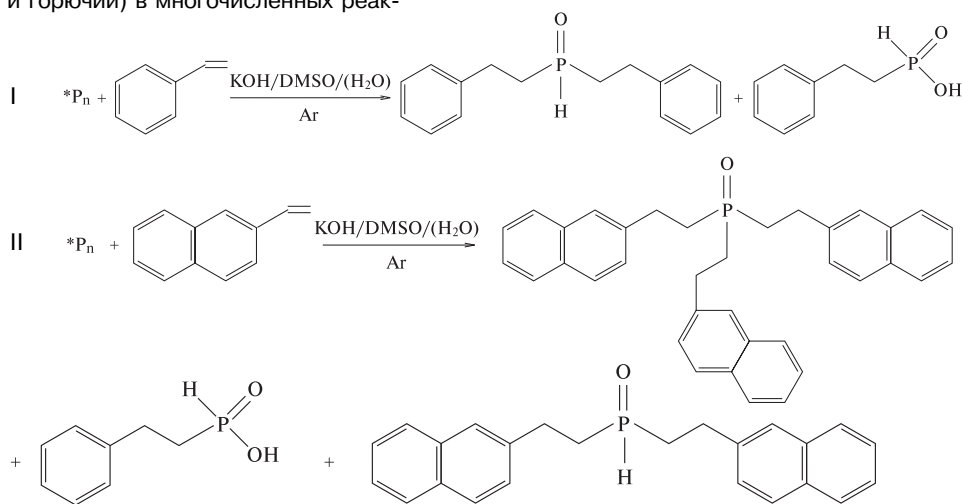
# Полимерный фосфор

Получением полимерного фосфора (рис. 5) с помощью ионизирующего излучения занимаются в Институте химии и проблем устойчивого развития Российского химико-технологического университета им. Д.И.Менделеева. Наверное, кому-то покажется странным, что фосфор получают таким методом — ведь сам фосфор горюч, а мы еще добавляем радиацию. Но именно так и никак иначе можно сделать уникальный продукт.

Казалось бы — зачем вообще может понадобиться такой неорганический полимер? Чтобы заменить обычный белый фосфор (ядовитый и горючий) в многочисленных реак-



5  
Электронные микрофотографии полимерного фосфора. Поглощенная доза излучения (М.гр): а — 0,2, б — 0,4, в — 0,65, г — 1,0



6  
Активированный красный фосфор в фосфорорганическом синтезе

## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

циях органического синтеза. Оказалось, что подобная замена не только удобна, но и обеспечивает гораздо более высокий выход целевых продуктов. Например, в реакции, открытой академиком Б.А.Трофимовым и Н.К.Гусаровой из Иркутского института химии СО РАН (рис. 6).

Полимерный фосфор также добавляют в органические полимеры, после чего их горючесть понижается. А еще на его основе можно делать дымообразующие составы и удобрения длительного действия (впрочем, это пока дорого). Полимерный фосфор уменьшает образование фосфина — очень вредного газа, который мешает применению фосфора. С другой стороны, в некоторых случаях фосфин бывает нужен, и тогда, модифицировав фосфорсодержащие полимеры ионизирующим излучением, их можно, наоборот, использовать для получения фосфина.

Вообще, у радиационной технологии много возможностей. Например, с помощью различных добавок (металлов, талька, графита) можно довольно легко менять температуру самовоспламенения для разных форм фосфора в диапазоне почти 100 градусов. Можно менять форму и размер полимерных частиц, скорость их образования. Таким образом, радиационные технологии фактически открывают нам путь к управлению свойствами вещества.

# Сколько валентных изомеров у бензола?

Доктор химических наук  
**М.Ю.Корнилов**,  
кандидат тех же наук  
**А.М.Корнилов**

*Дела давно минувших дней,  
Преданья старины глубокой...*

А.С.Пушкин. Руслан и Людмила

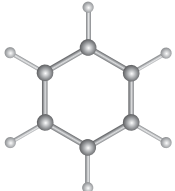
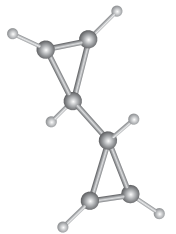
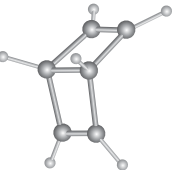
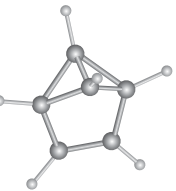
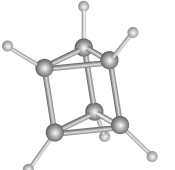
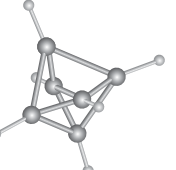
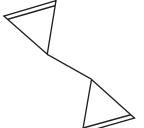
Проблема изомерии бензола стара, как органическая химия, но продолжает волновать ученый мир и в наши дни. Еще бы! Красивая симметричная молекула – правильный шестиугольник, простейшее ароматическое соединение, причем легко доступное и необычайно полезное: мировое потребление бензола в 2005 году составило почти 38 млн. тонн. Если бензол так нужен людям, интересно было бы узнать побольше и о его ближайших родственниках – изомерах. К сожалению, их теоретическое число столь велико (217, включая собственно бензол [1]), что не позволяет провести полное рассмотрение в рамках данной статьи. Чтобы сузить «фронт работ», обычно ограничиваются валентными изомерами – так поступим и мы. Термин «валентный» в данном случае означает, что рассматриваются те структуры, которые состоят только из групп C–H, то есть общую формулу можно записать как (C–H)<sub>6</sub>. Различие между отдельными представителями состоит, как видим, в перераспределении связей только между атомами углерода. Это резко сокращает число рассматриваемых изомерных структур, делая задачу реально выполнимой.

Тему валентной изомерии бензола в 60–70-х годах прошлого столетия не раз затрагивал журнал «Химия и жизнь» [2–4] и даже выносил ее в вопросы для юных химиков [5], однако в те годы еще не все нужные изомеры были получены, поэтому обсуждение было неполным. Одна из последних публикаций на эту тему вышла в 1994 году [6]. Ее авторы, казалось бы, подвели окончательный итог затянувшейся дискуссии: исходя из теории графов, соединение с общей фор-

мулой (C–H)<sub>6</sub> может иметь шесть валентных изомеров – ни больше ни меньше (эти изомеры, включая сам бензол, приведены в таблице). Тем не менее мы попробуем доказать, что ставить точку еще рано: есть что обсудить.

Первая дата в нижней строке таблицы показывает, когда была предложена формула, вторая – когда осуществлен синтез и доказано строение. Как видим, иногда их разделяет столетие и более.

Изомер № 1 – бензол – бесцветная жидкость со своеобразным «ароматическим» запахом. Открыт Майклом Фараде-ем в 1825 году в продуктах пиролиза китового жира [7]. Синтезировал его Эйльгард Мичерлих в 1833 году из бензойной кислоты. Формулу предложил Фридрих Август Кекуле в 1858 году. Бензол плавится при +5,5°C, кипит при 80,1°C (здесь и далее – при 760 мм рт. ст.), его плотность 0,879 г/см<sup>3</sup>. Смешивается со многими органическими жидкостями, ограниченно растворим в метаноле, слегка растворим в воде (0,7 г в 100 г воды) и сам немного растворяет воду (0,5 г в 100 г бензола). Почти не растворим в этиленгликоле и глицерине. Растворяет жиры, каучуки, серу, белый фосфор, иод. Горит сильно коптящим пламенем. Вступает, как правило, в реакции замещения, при которых сохраняется «ароматический секстет» (6 π-электронов в кольце). Реакции присоединения известны, но ограничены небольшим числом реагентов (водород+катализатор, озон, хлор+hν, карбен и ряд других). Долгое время бензол добывали из каменноугольной смолы. В настоящее время его получают пиролизом фракции нефти, выкипающей при 62–85 °C. Из-за канцерогенных свойств его использование в лабораториях строго регламентировано: предельно допустимая концентрация в воздухе – 5 мг/м<sup>3</sup>. Бензол резко отличается от других соединений с общей формулой C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>. Имея секстет π-электронов, высокую симмет-

| №        | 1                                                                                   | 2                                                                                   | 3                                                                                   | 4                                                                                    | 5                                                                                     | 6                                                                                     |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Модель   |  |  |  |  |  |  |
| Граф     |  |  |  |  |  |  |
| Название | бензол<br>(1858; 1833)                                                              | 1-(цикло-проп-2-енил)-цикло-проп-2-ен<br>(1965; 1989)                               | бензол Дьюара<br>(1867; 1963)                                                       | бензвален<br>(1937; 1999)                                                            | бензол Ладенбурга<br>(1869; 1973)                                                     | бензол Балабана<br>(1966; – )                                                         |

## От редакции

Исследования показали, что наш журнал химии не только читают, но и используют в работе. Поэтому мы будем иногда давать ссылки, как это принято в научных журналах. Например, так мы поступили в этой статье.



## ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

рию плоской молекулы с наиболее благоприятными длинами связей и величинами валентных углов, лишь он один обладает ароматическими свойствами и намного превосходит по устойчивости все остальные изомеры. О валентных изомерах бензола известно немного. Некоторые из них были получены и охарактеризованы лишь недавно, причем никаких необычных свойств не обнаружили.

Изомер № 2 — 1-(циклопроп-2-енил)-циклопроп-2-ен (бициклопроп-2-енил) синтезировали В.Е.Биллапс с сотрудниками [8] в 1989 году только в виде растворов. Он оказался весьма нестабильным: выше  $-10^{\circ}\text{C}$  полимеризуется, а в присутствии  $\text{AgBF}_4$  при  $0^{\circ}\text{C}$  — изомеризуется в бензол Дьюара (3). Строение (2) было доказано на основании спектров ЯМР.

Изомер № 3 (бицикло[2.2.0]гекса-2,5-диен) назван в честь Джеймса Дьюара, обсуждавшего в 1867 году возможные формулы бензола. Получил его впервые Е.Е.Ван Тамелен с сотрудниками [9] в 1963 году с выходом 20%, причем только в виде растворов, так как он весьма нестойк. Строение доказано спектральными методами. При  $90^{\circ}\text{C}$  углеводород (3) за 30 минут полностью изомеризуется в единственный продукт — бензол. При комнатной температуре полупериод превращения составляет около двух суток. Более устойчивый во времени гексаметилбензол Дьюара получают из 2-бутина и безводного  $\text{AlCl}_3$  (имеется лабораторная методика [10]).

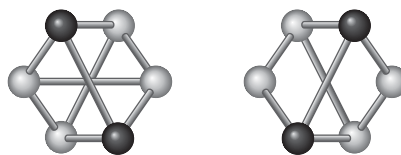
Изомер № 4 — бензвален (трицикло[3.1.0.0<sup>2,6</sup>]гекс-3-ен). Формулу его обсуждал Эрих Хюккель еще в 1937 году. Синтезировал этот углеводород Т.Дж.Кац с сотрудниками [11] только в 1999 году (выход 45 %). Это бесцветная жидкость, способная взрываться от трения или удара, однако его растворы вполне стабильны. В небольшом количестве получается при облучении бензола УФ-светом. Известны устойчивые производные бензвалена с трет-бутильными заместителями.

Изомер № 5 (призман, трипризман, тетрацикло[2.2.0.0<sup>2,6</sup>.0<sup>3,5</sup>]гексан) назван в честь Альберта Ладенбурга, который предложил эту структуру. Его также получили в чистом виде Т.Дж.Кац с сотрудниками [12] в 1973 году с выходом 2%. Это бесцветная взрывчатая жидкость, устойчивая, однако, при комнатной температуре. При  $90^{\circ}\text{C}$  в толуоле за 11 часов наполовину превращается в бензол.

Соединения (3) — (5) изомеризуются также в присутствии солей серебра или палладия в тот же энергетически наиболее выгодный изомер (стабиломер) — бензол. Его общая энергия составляет  $-144\,775$  ккал/моль (здесь и далее наш расчет). По сравнению с бензолом избыточные общие энергии (в ккал/моль) его валентных изомеров растут в таком порядке: бензвален (83) > бензол Дьюара (86) > призман (124) > изомер № 2 (130).

Изомер № 6 заслуживает особого рассмотрения. Его можно назвать по номенклатуре IUPAC как тетрацикло[2.2.0.0<sup>2,5</sup>.0<sup>3,6</sup>]гексан. Теоретически возможную формулу (6) придумал румынский ученый Александру Балабан в 1965 году [13], назвав ее бензмёбиустрипаном из-за сходства с лентой Мёбиуса (Möbius strip) [14]. Одно из отличительных свойств этой ленты — хиральность, то есть она может быть правой и левой. В соответствии с этим названием и в отличие от валентных изомеров (1) — (5), модель изомера № 6 также хиральна

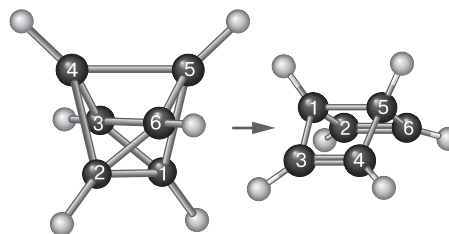
и может быть представлена парой зеркально симметричных структур (6а) и (6б) (для большей наглядности только два атома углерода показаны черным цветом, а атомы водорода опущены):



6а

6б

Примечательно, что модели типа (6а) и (6б) удается собрать и оптимизировать только с помощью примитивных методов молекулярной механики (например, ММ+). Более точные полуэмпирические квантово-химические методы расчета (AM1, PM3) и метод *ab initio* при оптимизации геометрии структуры (6) дают симметричную структуру (7). Она имеет форму скошенной прямоугольной призмы точечной группы симметрии  $C_{2v}$ . Межатомные расстояния 2–6 и 3–4 в ее основании равны  $1,323$  Е, то есть это практически двойные связи  $\text{C}=\text{C}$  с порядком  $1,953$ , хотя в исходной структуре связи 2–6 и 3–4 были заданы как ординарные. В то же время расстояния 2–4 и 3–6 в оптимизированной структуре оказываются равными  $2,918$  Е, то есть почти вдвое превышают среднюю длину ординарной связи  $\text{C}-\text{C}$  ( $1,54$  Е). Это означает отсутствие химической связи между атомами 2–4 и 3–6 (отрицательная заселенность перекрывания), хотя в исходной структуре (6) эти связи были заданы. Если отвлечься от исходных для расчета связностей атомов углерода и принять во внимание вычисленные порядки связей, получается, что в результате оптимизации геометрии бензол Балабана (6) перешел в бензол Дьюара (7), или то же, что и (3):

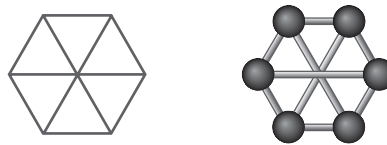


6 = 7

7 = 3

Исходя из сказанного следует, что стабильное вещество с формулой № 6 вряд ли когда-либо будет получено. Попытки его приготовить, скорее всего, приведут к бензолу Дьюара или самому обычному бензолу. Таким образом, изомер № 6 следует квалифицировать как «бумажный», поскольку он может существовать только в виде картинок на бумаге или в крайнем случае встретиться в качестве короткоживущего переходного состояния.

Формулы (6а) и (6б) непосредственно связаны с так называемой диагональной формулой бензола (8), предложенной еще в 1867 году А.Клаусом [15]:



8

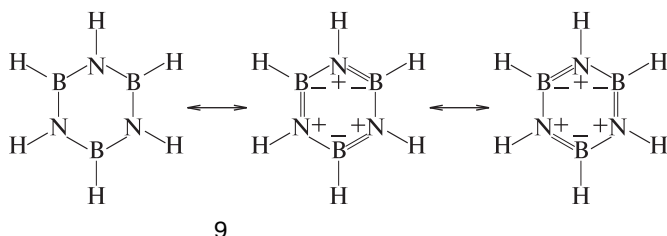
Формула Клауса была давно отвергнута и почти забыта, поскольку считалась плоской и предполагала физически невозможное пересечение химических связей  $\text{C}-\text{C}$ . Теперь ее



## ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

можно вернуть, поставив в один ряд с формулами других валентных изомеров бензола как одну из проекций трехмерных структур (6а) и (6б).

Наконец, известен неорганический аналог бензола – боразол (9, боразин, неорганический бензол). Его молекула, как и у органического прототипа, представляет собой плоский шестиугольник, а р-электроны кольца делокализованы:

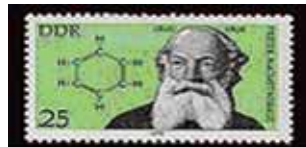
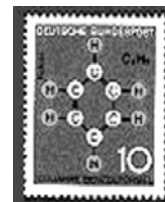


Боразол – бесцветная жидкость с запахом бензола,  $T_{\text{пл}} = 57^\circ\text{C}$ ,  $T_{\text{кип.}} = 55^\circ\text{C}$ , плотность  $0,824 \text{ г/см}^3$ . Его открыли А.Шток и Э.Поланд в 1926 году. Молекула (9) состоит из такого же количества электронов и протонов (42), что и молекула бензола (число нейтронов зависит от взятых изотопов), то есть это как бы его электронно-протонный валентный изомер.

Чем же так интриговала химиков формула  $\text{C}_6\text{H}_6$  и почему так долго не удавалось приготовить все теоретически возможные валентные изомеры? Очевидно, вначале загадкой были уникальные ароматические свойства бензола, причем разгадку интуитивно искали в его формуле и ее циклическом строении, хотя и не могли объяснить причину. Со временем стало понятно, что дело не в особом наборе атомов  $6\text{C}+6\text{H}$  (было получено много других ароматических соединений), а в их взаимном расположении и особенности электронного строения. Стало также понятно, что из всех изомерных соединений с брутто-формулой  $\text{C}_6\text{H}_6$  особыми свойствами, в том числе высокой стабильностью, может обладать одно и только одно вещество – с молекулой в форме правильного шестиугольника. Уникальные свойства бензола получили теоретическое обоснование исходя из наличия секстета р-электронов в кольце. Тогда химиками в большей степени стал руководить спортивный интерес – кому первому удастся получить недостающий валентный изомер, ускользавший от исследователей в силу своей неустойчивости. В ход были пущены многие изысканные методы органического синтеза и доказательства структуры. Одновременно сыграла свою роль теория графов, на основании которой были перечислены все математически (но не химически!) возможные валентные изомеры бензола, точнее – их графы, и названо их число – шесть.

Итак, в настоящий момент в чистом виде или в виде раствора известно пять валентных изомеров бензола. Плюс один «бумажный изомер» – бензмёбиусстрипан, или бензол Балабана, он же бензол Клауса. К этой шестерке можно добавить электронно-протонный валентный изомер – боразол.

Бензольная формула не могла не попасть в поле зрения филателистов. Приводим фото почтовых марок с изображениями структурной формулы бензола (ФРГ – 1964; Бельгия – 1966; Аргентина – 1971; Верхняя Вольта – 1977; ГДР – 1979):



Можно ли на этом поставить точку или вся история бензола говорит об обратном, покажет время. Авторы благодарят Илью Леенсона и Анатолия Гребенюка за обсуждение статьи, а Виктора Мацнева за предоставление марок.

### Что читать об изомерах бензола

1. H. Bock. Fundamentals of Silicone Chemistry: Molecular States of Silicon-containing Compounds. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 1989, Vol. 28., p. 1627–1650; H. Bock. Novel element-group cyclic molecule and their radical-ions: are they aromatic? *Pure & Appl. Chem.*, 1990, Vol. 62, No 3, p. 383–394. <http://www.iupac.org/publications/pac/1990/pdf/6203x0383.pdf>
2. А.Ф.Пожарский. Удивительные углеводороды. «Химия и жизнь», 1966, № 7, с. 13–19.
3. Л.М.Притыкин. Биография бензола. «Химия и жизнь», 1974, № 3, с. 20–27.
4. Г.Б.Шульпин. Геометрическая химия: новое об удивительных углеводородах. «Химия и жизнь», 1979, № 4, с. 21–27.
5. Операция «Бензол». «Химия и жизнь», 1974, № 10, с. 100; 1975, № 3, с. 72–73.
6. I. Gutman, J. H. Potgieter. Isomers of Benzene. *Journal of Chemical Education*, 1994, Vol. 71, No 3, p. 222–224.
7. Существует предположение, что впервые бензол мог получить немецкий химик Иоганн Глаубер еще в 1649 году в результате перегонки каменноугольной смолы. Подтверждением этого может служить то, что впоследствии бензол добывали из того же источника. Своим вторым рождением бензол обязан М.Фарадею. См.: Википедия, статья «Бензол». <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
8. W.E.Billups, M.M.Haley. Bicycloprop-2-enyl ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ). *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 1989, No 12, p. 1711–1712.
9. E.E. van Tamelen, S.P.Pappas. Bicyclo[2.2.0]hexa-2,5-diene. *J. Am. Chem. Soc.*, 1963, 85, (20), p. 3297–3298. См также [http://en.wikipedia.org/wiki/Dewar\\_benzene](http://en.wikipedia.org/wiki/Dewar_benzene)
10. Hexamethyl Dewar benzene. [Bicyclo[2.2.0]hexa-2,5-diene, 1,2,3,4,5,6-hexamethyl-]. *Organic Syntheses, Coll. Vol. 7*, p. 256 (1990); Vol. 61, p. 62 (1983). <http://www.orgsyn.org/orgsyn/orgsyn/prepContent.asp?prep=cv7p0256>
11. T.J.Katz, R.J.Roth, N.Acton, E.J.Carnahan. Synthesis of Benzvalene. *J. Org. Chem.* 1999, 64, p. 7663–7664.
12. T.J.Katz, N.Acton. Synthesis of Prismane. *J. Am. Chem. Soc.*, 1973, Vol. 95, No 8, p. 2738–2739. См. также [http://en.wikipedia.org/wiki/Albert\\_Ladenburg](http://en.wikipedia.org/wiki/Albert_Ladenburg)
13. A.T.Balaban, Z.Simon. Aromaticity. Part V. Stability of monocyclic aromatic compounds. *Revue Romaine de Chimie*, 1965, Vol. 10, p. 1059–1092.
14. A.T.Balaban. Valence-isomerism of cyclopolyenes. *Revue Romaine de Chimie*, 1966, Vol. 11, p. 1097–1116.
15. A.Claus. Theoretische Betrachtungen und deren Anwendungen zur Systematik der organischen Chemie. Freiburg, 1867, S. 207. Ссылка дана по статье [13].





## ИНФОРМАУКА

Hi-tech на рыбалке № 4, 5  
Анализ для наркомана № 8, 53  
Апатиты без отходов № 2, 4  
Бактерии едят нафталин № 3, 49  
Бобры фиксируют азот № 10, 56  
Бой под электронным микроскопом № 3, 5  
Борьба со старостью – борьба за мозговой кровоток № 9, 50  
В огне не горят № 2, 4  
Водород и нанониты в одном флаконе № 12, 4  
Глазное дно: правда в кривом зеркале № 12, 5  
Грелка на все тело № 4, 5  
Губит людей не пиво, губит людей... «Тройной» № 11, 16  
Диагностика йогурта № 3, 48  
Дневник наблюдений за землетрясениями № 11, 16  
Естественный отбор в лаборатории № 8, 52  
Еще раз о вреде ожирения № 6, 5  
Жир делает бактерий вредными № 9, 5  
Закон постоянства селена в яйце № 5, 16  
Заразные растения № 7, 5  
Золото из гнилого пня № 10, 57  
Каждому организму – свое время № 11, 57  
Как туберкулез выходит из спячки? № 2, 56  
Камни на сердце № 7, 4  
Клеточная терапия туберкулеза № 9, 50  
Косметика с точки зрения психолога № 11, 57  
Краска с нановолокнами № 10, 16  
Лекарство от рака – из ферментера № 3, 48  
Лес и закись азота № 2, 5  
Луна-детектор № 5, 16  
Микробы прячутся в амебах № 2, 56  
Молния рождает жизнь? № 3, 4  
«Морская болезнь» у рыб № 9, 51  
Найден ген роста волос № 1, 5  
Наноалмазы в хроматографии № 7, 4  
Насильственное удовольствие № 11, 56  
Немцы и русские в гостях № 4, 57  
Ни дня без азота № 9, 4  
О генотерапии СПИДа № 3, 4  
О преимуществах моногамных браков № 6, 4

О старости, смерти и эволюции № 4, 56  
Опасный свет в ночи № 2, 57  
Перфорированное сердце № 3, 49  
Пол осетров определяют по голове № 10, 57  
Потепление пахнет метаном № 10, 16  
Предвестники метастазов № 9, 4  
Препарат против старости возвращает зрение № 1, 58  
Ремантадин и но-шпа противостоят птичьему гриппу № 10, 56  
Российские биоразрушаемые полимеры № 5, 17  
Рука менеджера и робот-уборщица № 1, 58  
Сапфировый сустав № 1, 4  
Светящиеся метки для стволовой клетки № 4, 56  
Светящиеся метки для стволовой клетки № 4, 56  
Серов Г.Д. О птичьем языке № 11, 58  
Синдром Дауна: оценка риска № 8, 52  
Стволовые клетки лечат инфаркт № 1, 59  
Тепловые трубы делают снег № 11, 56  
Токсичность фуллеренов – миф? № 10, 17  
Точный признак атеросклероза № 4, 4  
У северных детей проблемы со зрением № 9, 60  
Фрукты под защитой № 1, 4  
Холестерин и нейроны № 4, 4  
Холод повышает иммунитет № 2, 5  
Хромосомы Чингисхана № 9, 5  
«Черный ящик» для автомобилей № 11, 17  
Чертополох, печень и рак № 3, 5  
Чеснок отпугивает атеросклероз № 6, 4  
Шельфовый метан в Арктике № 12, 4  
Эстрогены восстанавливают нервные клетки № 9, 60

## НАУКА И ОБЩЕСТВО, НАВСТРЕЧУ СЪЕЗДУ

XVIII Менделеевский съезд по общей и прикладной химии № 9, 57

Намер Л. Школьная успеваемость и Нобелевская премия № 8, 54  
Чего нам ждать от науки? № 4, 18

## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

**Амстиславский С.Я., Мошкин М.П.** О живой и мертвой воде № 9, 35  
**Балановская Е.В., Балановский О.П.** Русь фамильная № 7, 20  
**Благутина В.В.** Самое-самое в химии 2006 года № 2, 16  
**Вельков В.В.** Многомерная биология и многомерная медицина № 3, 10  
**Власов Ю.Г.** Электронный язык № 9, 10  
**Галигузов А.** О языке с уважением № 9, 14  
**Клещенко Е.** Semantic Web: укрощение информации № 9, 6  
Геном человека за тысячу долларов, или Мечтать полезно № 12, 6  
Гены брата № 1, 8  
Москва генетическая № 2, 30  
Обонятельный эпителий: окно в мозг № 7, 28  
О клетках, людях и странах № 5, 30  
**Комаров С.М.** Жизнь в заточении № 12, 34  
**Космачевская О.В., Топунов А.Ф.** Гемоглобины, азотфиксация и симбиоз № 11, 31  
Гемоглобины: единство в многообразии № 10, 28  
**Котина Е.** Болезни и лекарства  
Как обезопасить стволовые клетки № 7, 26  
**Кустов Л.М.** Ионные жидкости — прорыв в новое измерение? № 11, 36  
**Мазуренко М.Т.** Дневник ботаника № 7, 41  
**Мелешко В.П.** Потепление климата: причины и последствия № 4, 6  
**Паращук Д.Ю.** Когерентные волны материи № 3, 26  
**Резник Н.Л.** Берегитесь стволовых клеток № 5, 33  
Выбор злаков № 10, 34  
**Тарасова Н.П.** Устойчивое развитие с радиационной химией № 12, 48  
**Третьяков Ю.Д.** Неоргани-

ческая химия — основа новых материалов № 5, 4

**Трчунян А.** Водород в кишечнике № 6, 26

**Чистяков В.А.** SkQ, они же ионы Скулачева № 5, 11

## ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА, ТЕХНОЛОГИИ, РЕСУРСЫ, ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ, НОУ-ХАУ

**Биршерт А.А.** Создание торричеллиевой пустоты № 5, 52  
**Благутина В.** Редкие и незаменимые № 10, 24  
Биоресурсы № 1, 36  
**Богуславский Л.И.** Мое открытие экологии № 5, 40  
**Гвоздкова И.А., Паращук Д.Ю.** Солнечная энергетика: подрастающий игрок № 3, 6  
**Зайцев Ю.И.** Когда к нам придет ГЛОНАСС № 7, 15  
**Ильин И., Намер Л.** Хорошие батарейки или плохие аккумуляторы? № 11, 46  
**Калужный С.В., Федорович В.В.** Микробные топливные элементы № 5, 36  
**Кантор Б.З.** Травматизм в мире кристаллов № 9, 42  
**Кизильштейн Л.Я.** Соляные угли № 8, 22  
**Комаров С.М.** Камера-обскура для нанотехнолога № 3, 32  
Оловянный источник из ИСАН № 1, 6  
Цивилизация монокристаллов № 1, 18  
**Корнилов М.Ю.** Химическая краса – углеродная коса № 6, 15  
**Корнилов М.Ю., Корнилов А.М.** Сколько валентных изомеров у бензола? № 12, 52  
**Леенсон И.А.** Полоний: что нового? № 1, 48; № 2, 52  
**Максименко О.О.** Бережная работа с мусором № 2, 22  
**Мордкович В.З.** Прошлое, настоящее и будущее GTL № 8, 4  
**Мотыляев С.** Топливо из воды и алюминия № 9, 56  
**Мурыгина В.П.** Микробы против нефтяных пятен № 6, 10  
**Намер Л.** Свеча, которая никому не светит... № 11, 45  
Шесть, случайных, равных № 12, 59  
**Некрасов В.Г., Макаров А.Ф.** Эволюция топлива № 9, 52

**Перепелкин К.Е.** Волокна и пленки из микробных полимеров № 2, 18  
**Пудов В.Д.** Рождественские игры течений и ветров... № 1, 62  
**Стрельникова Л.Н.** Энергия 2.0 № 7, 6  
**Супруненко Ю.П.** Ледовая инженерия № 1, 30

## КАРИНА МИРА: ФИЗИКА, КЛАССИКА НАУКИ, НАНОЦИКЛ

В поисках истины № 5, 18  
**Комаров С.М.** Зарисовки из жизни черных и белых трубок № 8, 12  
Нанотехнология: прикладная и фантастическая № 8, 10  
**Кун Томас** Два фрагмента из книги «Структура научных революций» № 12, 15  
**Сокальский И.А.** Зрители: эксперименты настоящего № 1, 22

## ЦИКЛ ВОДЫ, ЦИКЛ ЕДЫ

**Благутина В.** Сверхкритическая вода № 8, 26  
**Демидов Н.Э., Митрофанов И.Г.** Вода на Марсе № 9, 46  
**Иваницкий Г.Р.** Изменения воды № 4, 46  
**Комаров С.М.** Ледяные узоры высокого давления № 2, 48  
**Маленков Г.Г.** Споры о структуре воды № 3, 50  
**Минвалеев Р.С.** Безраздельная радость № 4, 38  
Мир и война внутри нас № 3, 55  
О пользе вкусного № 6, 40  
**Петрянов-Соколов И.В.** Самое необычное вещество в мире № 1, 26  
**Фащук Д.Я.** Вода: в небе, на земле, под землей № 5, 50  
Море соли и соль моря № 7, 54  
Сок жизни на Земле № 5, 48

## ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ, ВОДА И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ, ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

**Бенедиктов А.А.** Когда дрожат клопы № 8, 40  
**Киселева А.В.** Соленая трава № 2, 60  
**Кузнецов Е.А.** Похожие на грибы № 9, 62  
**Литвинов М.Б.** Создатели газа № 6, 22  
**Лось Д.А.** Как чувствуют стресс цианобактерии № 7, 32

**Резник Н.Л.** Общественные индивидуальности № 12, 30  
**Садовский А.С.** Формула яда № 3, 59  
**Сербин В.** Рожденный плавать – летать умеет № 7, 60  
**Серов Г.Д.** О птичьей языке № 11, 58  
**Филатова О.А.** Косатки № 4, 30

## ГИПОТЕЗЫ, РАЗМЫШЛЕНИЯ, ДИСКУССИИ, А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

**Андрианов И.В.** Математические тени физических явлений № 5, 26  
**Багоцкий С.В.** Таинственная Волга № 6, 60  
**Бутюгин А.В.** Цепная реакция жизни № 3, 22  
**Гольдфельд М.Г.** Исход науки из России: есть ли свет в конце туннеля? № 9, 24; № 10, 44  
**Гурулёв С.А.** Следы в чугуне № 6, 18  
**Дайсон Ф.Д.** Сделайте мне слопотаму № 1, 12  
**Исаев П.И.** Инструменты управления климатом № 4, 12  
**Кальменс В.** Энергию ураганов — людям № 4, 15  
**Комаров С.М.** Метка рода человеческого № 4, 22  
Что нам Марс? № 11, 48  
**Лебедев С.Г.** Горячая сверхпроводимость углерода? № 2, 24  
**Лимаров М.С.** Электрод из кожи бактерий № 6, 27  
**Мартыненко А.С.** Возникновение жизни на Земле: не случайность, но чудо? № 2, 12  
**Медведев В.Б.** Тornado и молния № 5, 59  
Наука и искусство № 6, 48  
**Пчеленко С.П.** Венец живого № 8, 44  
**Савин М.Г.** Кувырок магнитного поля № 2, 6  
Магнитное поле – это мы? № 2, 8  
**Уайтсайд Дж.** Революция в химии № 9, 18  
**Хатуль Л.** Вместе или врозь № 8, 48  
**Черников А.М.** Истоки споров о Дарвине № 12, 24  
**Эрлих Генрих.** Никто нам не поможет, кроме нас самих № 10, 50

## ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

**Алексеев С.** Праздник химии в Политехе № 11, 42  
**Багоцкий С.В.** Верующий ученик на уроках биологии № 10, 18  
**Стрельникова Л.** Помогите стать химиком № 9, 32  
Химия: искусство, наука, забава № 4, 50

## РАССЛЕДОВАНИЕ

**Анофелес С.** Лазер сохранил память о динозавре № 7, 59  
**Арутюнов В.С.** Глобальное потепление: катастрофа или благо? № 3, 16  
**Гольдфайн И.И.** «Неполиткорректный» учебник физики № 6, 46  
Легендарная работа А.Н. Колмогорова № 1, 57  
Почему гитлеровцы не создали атомное оружие № 5, 56  
**Горохов В.В., Закгейм А.Ю.** Феномен шестидесятих № 12, 20  
**Комаров С.М.** Новости со дна озера Лох-Несс № 7, 57  
**Котина Е.** «Просто суй им в глотки безоар» № 6, 57  
**Милютин А.И.** Явление крысиного короля № 8, 36  
**Резник Н.Л.** О Золотом острове и четвертом глазе № 11, 53  
Об экспериментальной науке и острых ощущениях № 3, 46  
**Ярмоненко С.П.** «Фундаментальные» мифы, или Алхимия XXI века № 1, 52

## СОБЫТИЕ, ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК, ИНТЕРВЬЮ

**Григорьев Ю.Г.** Контрольный звонок в голову № 4, 26

**Маркина Н.В.** Высокие широты: как там наши полюса? № 12, 41

**Пищальник В.М., Фащук Д.Я.** Сахалинская эпопея № 1, 40

**Савинов И.А.** Сады и гербарии Туманного Альбиона № 7, 36  
Синтезировать будущее № 8, 18

Успехи синтетической и медицинской химии — 2007 «ASMC 07», Санкт-Петербург № 10, 42  
Шестая олимпиада по органической химии № 5, 29

## СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ, ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ, ПОРТРЕТЫ, ПАМЯТЬ

**Галигузов А.А.** На острие «черного карандаша» № 7, 50  
**Глушнев С.В.** Путешествие к Атлантиде № 8, 57  
Сейсмодесант в Калифорнию № 2, 58  
**Гомазков О.А.** Физиологическая химия XX века: имена и знамена № 10, 52  
**Жданов Р.И.** Кудесник органического синтеза № 9, 21  
Творчество записано в генах № 9, 23  
Уместен ли еще оптимизм? № 10, 10  
Игорю Васильевичу посвящается № 6, 6  
**Катина Н.В.** Мир вечных льдов и его изыскатели № 12, 42  
**Кожевников М.В.** Вольные сыны саратовского эфира (1966–1976 годы) № 7, 46  
**Комаров С.М.** Космический календарь № 10, 58  
**Кричевский Г.Е.** Человек, создавший цветное завтра № 2, 44  
**Леенсон И.А.** Электрический «вечный двигатель» № 6, 56  
**Резник Н.** В поисках вечности № 6, 52  
**Судницин И.И.** Как Менделеев с английской королевой породнился № 9, 58  
**Супруненко П., Супруненко Ю.** В «авениде вулканов» № 10, 38  
**Супруненко Ю.П.** Семитысячник в подарок любимой № 3, 36  
**Федоров П.П.** О шестиугольных снежинках № 12, 61  
**Фокин Е.А., Каабак Л.В.** Запрещено и уничтожается № 3, 42

## ФИЛОСОФСКИЕ ЧТЕНИЯ

**Эрлих Генрих.** Философия «общего дела» и учение о воскрешении № 10, 4  
И кто придумал эту научную революцию?! № 11, 10; № 12, 10

# Статьи, опубликованные в 2007 году

## НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ

**Комаров С.М.** Магнитное сито для электронов № 11, 18

**Котина Е.** Нокаутирование мышей — удар по болезням № 11, 20

**Леенсон И.А.** Конец химии откладывается № 11, 4

## ЗДОРОВЬЕ, МЕДИЦИНА, ЧТО МЫ ЕДИМ

**Дорожкин С.В.** Правда о колбасе № 6, 44

**Костомаров Н.И.** Что ели на Руси № 2, 40

**Минвалеев Р.С.** Почему мы толстеем, или Что такое метаболический синдром № 2, 36

**Садовский А.С.** Диагноз — инфекционное ожирение № 6, 35

**Яшин А.Я., Яшин Я.И., Черноусова Н.И.** Антиоксиданты против болезней № 11, 24

## ФОТОИНФОРМАЦИЯ

**Алексеев С.** Базовый элемент № 8, 42

**Анофелес С.** ДНК-наноробот № 2, 29

**Максименко О.О.** Нанотрубки для аналитиков № 2, 28

## КНИГИ

**Алексеев С.** Наш космос № 1, 60

**Верховский Л.И.** Физики обедают с дьяволом № 5, 24

**Козлов А.И.** Пища против малярии № 4, 42

## РАДОСТИ ЖИЗНИ

**Кантор Б.З.** О собирающих минералы № 6, 28

**Леенсон И.А.** Химик-долгожитель № 11, 28

**Стрельникова Л.** Парфюмер-3 № 8, 30

Чем они пахнут? № 8, 34

## НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ

**Викторова Л.** Арбуз № 9, 68

Вишня № 8, 68

Клюква и брусника № 11, 68

Огурцы № 6, 68

Смородина № 7, 68

Хлеб № 10, 68

Шоколад № 5, 68

Яблоко № 12, 68

**Резник Н.Л.** Присвоенная

жидкость № 4, 68

Картошка № 3, 62

## УЧЕНЫЕ ДОСУГИ

**Астрин А.В.** Кошей — прогрессор № 4, 58

**Симкин М.** Научное исследование абстрактного искусства № 4, 34

## ФАНТАСТИКА

**Апраксина Т.** Аномальная группа № 7, 64

**Афанасьева И.** Интервью с Кощеем № 3, 64

**Выставной В.** Пиратский экзамен № 1, 66

**Голованова Н.** Синяя кастрюля в белую крапинку № 9, 64

**Гореликова А.** Кто найдет, того и будет № 5, 64

**Дегтярев М.** Адам Смартус и дело Института глубоких физических проблем № 4, 62

**Зонис Ю.** Рыбарь № 11, 62

**Марченко А.** Этот дождь навсегда № 6, 62

**Нестеренко Ю.** Ужас № 2, 64

**Стручков Л.** Старый Ник сегодня не голоден № 12, 62

**Томах Т.** Сказки каменного бога № 10, 62

**Ясинская М.** Заводных дел мастер № 8, 64

## КСТАТИ О КОСМОСЕ

**Данилов П.** Космос — это мечта № 1, 72

Космос — это разведка № 2, 72

Космос — это любовь № 3, 72

Космос — это загадка № 4, 72

Космос — это урожай № 5, 72

Космос — это связь № 6, 72

Космос — это пожар № 7, 72

Космос — это рыбалка № 8, 72

Космос — это шаг к бессмертию № 9, 72

Космос — это ресурсы № 11, 72

Космос — это закон № 12, 72



## ИНФОРМАЦИЯ

## ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ

Полный электронный архив



Архив «Химии и жизни» за 42 года — это более 50 000 страниц, рассказывающих о современной науке, о том, как ее делают, кто ее делает и зачем, а также антология фантастики и собрание великолепных рисунков.

Электронный архив дает возможность поиска по ключевым словам и смысловым конструкциям.

Предупреждаем: архив защищен от копирования,

можно переписывать только отдельные

статьи и рисунки, но не весь диск.

Стоимость — 1350 рублей с учетом доставки.

Узнать подробности и заказать архив

можно на сайте журнала [www.hij.ru](http://www.hij.ru)

и по телефону

(495) 267-54-18.



## Л.Намер

чему симметричные. На сегодняшний день с ответами на эти вопросы дело обстоит плохо: на большую часть ответов нет.

Причина роста снежинок: комбинация содержания влаги в воздухе и температуры поверхности снежинки такова, что молекулам энергетически выгоднее конденсироваться. В механике после слов «энергетически выгоднее» должно следовать рассуждение на силовом уровне. Шарику «энергетически выгоднее» лежать в ямке, но скатывает его туда касательная компонента гравитации. В молекулярной физике и в данном случае такое рассуждение не обязательно — всегда существуют потоки конденсирующихся и испаряющихся молекул, и если поток конденсирующихся больше потока испаряющихся, то идет процесс конденсации. Причина проста — тепловая энергия атома или молекулы по порядку величины сравнима с потенциальным барьером этих процессов.

Обратимся к старту процесса. С чего начинается снежинка? Часто отделяются словами про пыль и какие-то иные «центры кристаллизации». Оно, конечно, так, но и в отсутствие центров кристаллизации начинается этот процесс, равно как и в отсутствие каких-либо выделенных точек стартуют процессы прочих фазовых переходов, например кипения и плавления.

Тут мы вступаем в епархию настоящей статистической физики — то есть явлений, определяющихся только поведением «в среднем», «статистическим поведением». Параметры атомов — их координаты и энергии — распределены случайным образом. И если в какой-то момент рядом оказались несколько атомов, имеющих энергию больше средней, — то вот вам зародыш жидкой фазы в твердой матрице. То, с чего начинается плавление. Аналогична ситуация при других фазовых переходах. Причем слишком маленькие зародыши «не выживают», а с достаточно больших и стартует процесс фазового перехода. Если речь идет о снежинках, то

# Шесть, случайных, равных

*«Кил'джадэн запустил глыбу льда с Нер'зулом внутри в мир Азерота... Кристалл льда, потрескавшийся и изломанный после жесткого приземления, принял форму трона, внутри которого зашевелился мстительный дух Нер'зула».*

История мира компьютерной игры «Warcraft»

О снежинках люди пишут давно и упорно, передирая тексты друг у друга, повторяя, как заклинание, что «нет двух одинаковых», а иногда поражая глубокомысленными фразами типа «Исследования, проведенные в лаборатории Либбрехта, подтверждают этот факт — кристаллические структуры можно вырастить искусственно или наблюдать в природе». Будем надеяться, что упомянутый профессор не читает российских газет и не лопнет от смеха.

Обычно в популярных статьях пишут, что изображения снежинок впервые опубликовал в 1555 году швед Л.Магнус, а в 1611 году И.Кеплер написал трактат на эту тему. Труд Кеплера в основном состоит из лирических рассуждений о «сущности

Ничего» и «душе, как образе создателя», а также параллелей между шестиугольностью снежинок и пчелиных сот. По тем временам — 400 лет назад — это было нечто вроде науки. Всерьез же изучение снежинок началось в начале прошлого века — с американского фермера В.Бентли, который в 1885 году, когда ему было 20 лет, начал фотографировать снежинки и за 46 лет сделал более 5 тысяч фотографий.

Вопросов о снежинках, по существу, шесть. Первый — почему они растут вообще. Второй — почему не всегда одиночный, правильно ограниченный кристалл, а иногда пластинка, иногда призма, а иногда дендрит. То есть снежинка. Третий — почему шесть лучей. Четвертый — почему все снежинки разные. Пятый — по-



зародышем имеют шансы стать любые несколько молекул, которые, преодолев стыдливость, окажутся рядом и сложаются в маленький кристаллик.

Снежинки бывают трех основных типов – плоские шестиугольные пластины, вытянутые шестиугольные призмы и те самые снежинки, которые рисуют неленивые художники. Форма – пластина или призма – определяется в основном температурой, при прохождении разных температурных слоев характер роста изменяется и возможно образование призмы с пластинками на концах. Все это можно было бы понять (при разных температурах быстрее идет конденсация на разных гранях), если бы диапазоны роста пластин и призм не чередовались. А именно: пластины растут от  $0^{\circ}\text{C}$  до  $-4^{\circ}\text{C}$  и от  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $-22^{\circ}\text{C}$ , а призмы – от  $-4^{\circ}\text{C}$  до  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже  $-22^{\circ}\text{C}$ . Следующая по сложности гипотеза – учитывающая два процесса: и сорбцию, и миграцию. Можно предположить следующее: при температурах ниже  $-10^{\circ}\text{C}$  миграция настолько медленная, что молекула где прилипла, там и прилипла, а вероятность сорбции при температурах от  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $-22^{\circ}\text{C}$  выше на боковых гранях призмы, ниже  $-22^{\circ}\text{C}$  – на тор-



цевых плоскостях. А при высоких температурах – выше  $-10^{\circ}\text{C}$  – миграция по поверхности достаточно быстрая, молекулы могут ползать с грани на грань и остаются на той, на которой энергия связи выше. Такая гипотеза, учитывающая два процесса, позволяет хотя бы качественно

объяснить чудеса с ростом призм и пластинок, но это только начало приключений.

Следующий вопрос – почему дендрит. Вообще-то всякие сложности с ростом кристаллов происходят при «стесненном росте», то есть когда кристалл не может расти, «как ему хочется», в равновесных условиях. Для этого нужно, чтобы что-то вне его мешало ему расти, – но снежинке, свободно летящей и трепыхающейся в небесной голубизне, ничто не мешает расти. Вторая причина дендритного роста – «расщепление», когда с поверхности кристалла нечто начинает расти «вбок». Причиной этого могут быть винтовые дислокации или примеси на поверхности. Вероятность дендритного роста



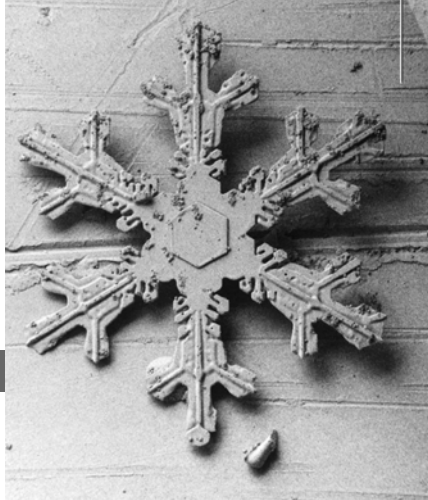
## ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

выше, если молекулы не могут свободно мигрировать по поверхности — при температурах ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ . Загадочность состоит, однако, в том, что дендриты, то есть снежинки, растут лишь в относительно узком диапазоне температур от  $-12^{\circ}\text{C}$  до  $-16^{\circ}\text{C}$ . Создается впечатление, что для роста дендритов-снежинок необходима вполне определенная — не слишком большая, но и не слишком маленькая — скорость миграции.

Почему шесть? Ответ на этот вопрос считается очевидным: потому что сами молекулы воды образуют гексагональную решетку. А почему все снежинки разные? На этот вопрос ответ прост: потому что старт роста «ответвляющейся» части начинается с каких-то адсорбированных молекул, а место сорбции определяется случайным образом.

Почему снежинки строго симметричные? Этот пункт максимален по моральной нагрузке на ученых. Потому что именно это больше всего хочется объяснить и именно это объяснить не удастся. Единственное внятное соображение по этому поводу было высказано Д.Мак-Лакланом аж в 1957 году. Он считал, что одинаковость лучей связана с тем, что в лучах снежинки возникают колебания (естественно, одинаковые в одинаковых лучах), а сорбция молекул воды происходит в узлах колебаний, которые на лучах расположены одинаково. Сама идея о том, что имеют значения колебания, — идея перспективная. Но у свободной консоли на конце не узел, а пучность, то есть максимальная амплитуда, и, следовательно, снежинка вообще не могла бы расти. Кроме того, при наличии механизма, диктующего точки сорбции, разнообразие форм снежинок было бы меньше.

Как мы видим на многочисленных фотографиях снежинок, заимствованных нами из Интернета, снежинки симметричны не точно, а приближенно. Но даже для такой частичной «одинаковости», причем не только сохраняющейся, но и возникающей в процессе роста, нужен механизм,



который обеспечивал бы рост относительной скорости присоединения молекул в точках на лучах, соответствующих тем же точкам на каком-либо из лучей, где рост бокового отростка уже начался. Похоже, что за это отвечают колебания.

Но молекулы присоединяются не в узлах, точках минимальной амплитуды, а наоборот — в пучностях. Идея о доминирующем присоединении в узлах возникла, по-видимому, из механической аналогии. Но молекула — не супермен, прыгающий с поезда и героически катящийся по насыпи, скорости молекулы и колебаний снежинки несопоставимы. Процесс сорбции может лимитироваться обеднением атмосферы молекулами воды, которое сильнее как раз около неподвижной поверхности. Активно движущаяся поверхность снежинки перемешивает воздух, как рыба жабрами воду, обновляет его и тем самым привлекает к себе молекулы воды. Такой механизм может обеспечить относительное увеличение скорости конденсации в тех точках лучей, где рост не начался, — в этих точках амплитуда максимальна. А на том симметричном луче, где рост начался, в точке роста из-за увеличения массы падает амплитуда и обновление воздуха замедляется. Тот луч, на котором что-то начало расти, уменьшает амплитуду колебаний, причем именно в месте роста, а остальные этого не делают, растут быстрее и догоняют пионера.

И наконец, какого размера бывают снежинки. По мере роста снежинки скорость ее движения сквозь атмосферу растет, и поэтому время роста падает. Оттого разброс размеров снежинок относительно невелик (что может увидеть каждый человек), а встречающиеся в Интернете сообщения о снежинках размером в десятки сантиметров выглядят сомнительно.

# О шестиугольных снежинках

Четыреста лет назад Иоганн Кеплер, великий астроном, математик, поклонник и страстный искатель мировой гармонии (его портрет мы видим на австрийской марке, рис.1), скитался в поисках жалованья по Европе, подрабатывал составлением гороскопов и думал о рождественском подарке для своего очередного покровителя — советника императора Рудольфа II Иоганна Маттея Вакгера фон Вакенфельса. Он подарил ему нечто неосоздаемое — снежинку. А именно посвятил «Трактат о шестиугольных снежинках» (опубликован в 1611 году). В этом сочинении Кеплер пытался объяснить, почему снежинки всегда имеют шестиугольную форму. «Поскольку всякий раз, когда начинает идти снег, первые снежинки имеют форму шестиугольной звезды, на то должна быть определенная причина. Ибо если это случайность, то почему не бывает пятиугольных или семиугольных снежинок, почему всегда падают шестиугольные, если только они от соударений не утрачивают форму, не слипаются во множество, а падают редко и порознь?»

Действительно ли они шестиугольные? Да, это так. «Шестиугольные звездочки, ни одна из них, ни пока она падала, ни после того, как опускалась на землю, не повторяла по форме другую». Это не цветы сирени, в которых, если поискать, можно найти разное число лепестков.

Несмотря на разнообразие форм (см. марку Бельгийского королевского метеорологического института, рис.2), снежинки всегда имеют шесть лучей. Тем, кто видит не очень хорошо, на помощь придет микроскоп (см. марку Великобритании, посвященную юбилею Микроскопического общества, рис. 3).

Кеплер предположил, что шесть лучей получаются из плотнейшей упаковки шариков на плоскости — один окружен шестью другими, вот вам и шестиугольник. Трактат Кеп-





## СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Инсбруке. Тогда наши конькобежцы, лыжники, биатлонисты и фигуристы выступали и побеждали под пятиугольными снежинками (рис. 8). Пятиугольные снежинки падали над Москвой и накануне 1975 года (рис. 9). Возможно, в советское время такие снежинки считались идеологически более правильными.

Во время Олимпиады 1980 года, если верить элегантной серии марок (рис. 10), на спортсменов падали пяти- и восьмиугольные снежинки. На земле – вообще в трехмерном пространстве – такое невозможно. На марках мы видим самое настоящее мифологическое пространство. Именно в мифах пространство деформируется и с ним происходят чудеса. Лыжник, неутомимо стремящийся к финишу, – это мифический герой.

На одной американской марке снежинки изображены в виде белых кружков (рис. 11). Что это – нежелание или неумение считать? Впрочем, орел на их марках с одной головой, а не с двумя, как на российских. Возможно, что американский художник, который рисовал орла, считал лучше, а тот, который рисовал марку, – хуже.

Симметрия пятого порядка бывает в органической природе – пять лучей имеют морские звезды (рис. 12, марка Сингапура), пять лепестков – многие цветы (рис. 13). Н.В.Белов связывал симметрию пятого порядка живой природы с мерой предосторожности от окостенения, кристаллизации.

Впрочем, в последние пятнадцать – двадцать лет в лабораториях были получены металлические объекты, в которых присутствует псевдоось пятого порядка. Они были названы квазикристаллами. Но это совсем другая история.

Доктор  
химических наук  
**П.П.Федоров**

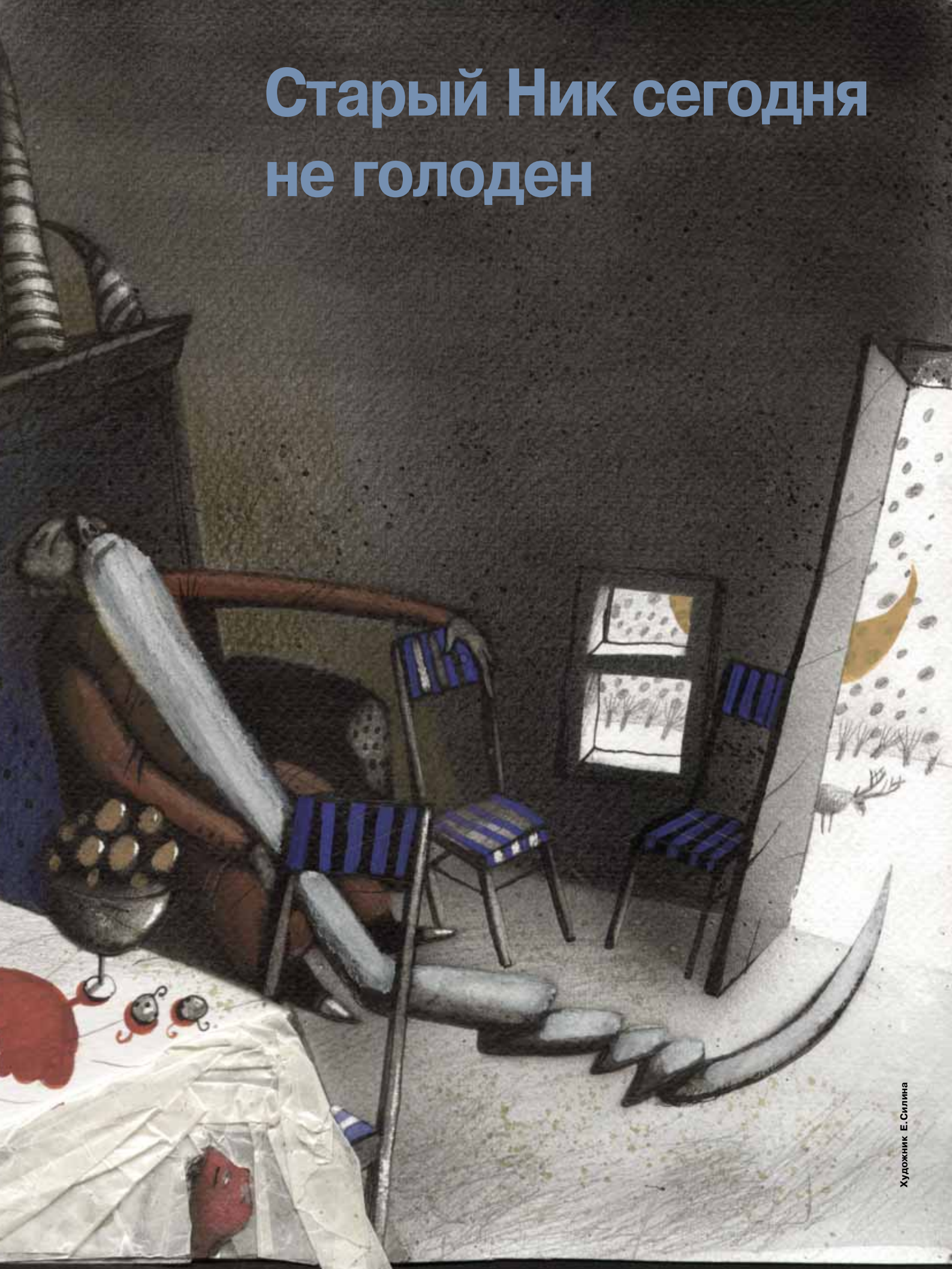


лера стал одной из предпосылок возникновения кристаллографии как науки. Важнейшая ее задача – установление связи внешней формы кристаллов (а снежинки – это кристаллы льда) с их внутренним строением. Идею появления шестиугольных форм из плотнейшей упаковки шаров повторил М.В.Ломоносов (рис. 4) в своей диссертации о селитре.

Крупные достижения теории плотнейших упаковок принадлежат академику Н.В.Белову (см. конверт, рис. 5). Шестиугольная форма снежинок – отражение гексагональной симметрии, присущей строению кристаллической решетки обычного льда.

Изображения снежинок часто встречаются на почтовых марках. Как правило, это новогодние марки и марки, посвященные зимним олимпиадам. Рисуя снежинки, художники, как и дети (рис. 6), не всегда точны. Поэтому число лучей бывает всяким, хотя встречаются и шестиугольные. Иногда, видимо, сказываются воспоминания детства – как вырезали снежинки в детском саду. Легко получить число восемь (рис. 7) – складываешь лист пополам, еще раз, еще, а потом вырезаешь. На советских марках снежинки впервые появились на серии 1964 года, посвященной зимним Олимпийским играм в

# Старый Ник сегодня не голоден





**М**ужчина гнался по слякоти за мальчишкой. Задыхаясь и кашляя, он орал:

— Домой не возвращайся, паршивец, убью! Убью, слышишь! Руки поотрываю, дрянь неблагодарная! Я в шахте надрываюсь, кормлю его, одеваю, а он по карманам шарит! — И совсем уже захлебнувшись кашлем, перешел на шаг, согнулся и сплюнул в грязь: — Чтоб тебя Старый Ник забрал!

Мальчишка свернул в переулочек и тоже остановился, чтобы отдышаться. Холодные сильные пальцы ухватили его за ухо:

— Сам прибежал! Маленький воришка, обманщик и лентяй, так? Хороший улов у Старого Ника сегодня, большой улов.

Мальчик повернул было голову, чтобы рассмотреть говорившего, но заскулил от боли в вывернутом ухе.

— Не визжи, не разжалобишь! — хрипло рассмеялся старик. — Хочешь на Старого Ника посмотреть? Ну смотри!

Он наклонился совсем близко к лицу мальчика, и тот подавился очередным визгом. Вырезая лицо из темного дерева, мастер дольше всего занимался огромным безгубым ртом и зубами, сделав их намного больше, чем полагалось. На остальные детали времени не осталось: резчик успел проковырять маленькие, близко посаженные глаза, несколькими движениями выстругать острый нос, а морщины расплзлись по всему лицу, словно борозды от соскочившего в спешке ножа.

— Не буду я тебя сейчас есть, — вдруг икнул Старый Ник. — Сыт уже. Заберу-ка я тебя к себе домой. А завтра и съем.

Он зашагал к дальнему концу переулочка, где стояли санки с запряженными в них оленями. Мальчишка тащился рядом, косясь на худую фигуру с торчащим животом. Дойдя до санок, старик перебрал мальчишку через высокий борт, а сам уселся на облучок. Санки рванули с места, подсакивая на комьях льда. Сзади раздавались глухие удары, вскрики и всхлипывания.

С трудом подняв голову, мальчик оглядел комнату, куда Старый Ник принес его под мышкой. Огоньки, бегавшие по углям в камине, едва освещали большое кресло с ворохом шкур и тряпок, а все остальное скрывала темнота. Старик наклонился к мальчику:

— Я сейчас спать пойду, а ты чтоб сидел тише мыши. Зашумишь — разбудишь меня, а я, разбуженный, очень злой. Понял? Да, и не пробуй бежать. Выйдешь из дома — он меня разбудит, а я, когда разбуженный... — Мальчик быстро-быстро закивал. — До завтра, паршивец.

Старик напился воды, зачерпнув жестяным ковшом из бочки, уселся в кресло и засопел. Мальчик лежал неподвижно, не осмеливаясь даже подползти поближе к

огню погреться. Однако наконец не выдержал и вытянул руку, задержав дыхание и прислушиваясь к храпу. Довольно скоро он уже прижался спиной к теплым изразцам и грел под мышками ладони. Холод и боль чуть отпустили его, а глаза привыкли к темноте. Прислушиваясь, приносясь и вглядываясь, мальчик думал об одном: до утра он должен приготовить старику завтрак и при этом не шуметь.

В углу нашелся мешок с крупой, на столе — заросший грязью котелок, а у камина были сложены поленья. Передвигаясь тихо, словно клочок темноты, мальчик налил в котелок воды из бочки и уселся на пол отскребать щепкой пригоревшие в нем остатки, а закончив, набрал чистой воды и прокрался к камину. Подложил щепок к почти погасшим углям, потом подsunул пару поленьев. Одно из них громко выстрелило.

— Ты что там делаешь, щенок? — прохрипел старик сквозь сон.

— Я дров подложил, господин Старый Ник, чтоб вы не замерзли, — дрожащим голосом ответил мальчик.

Старик пробормотал что-то и снова захрапел. Мальчик перевел дух и повесил котелок поближе к огню. Скоро вода закипела, и он, всыпав крупу, накрыл котелок крышкой и пристроил его сбоку от огня, на горячие кирпичи. Старик проворчал:

— Опять шумишь, отродье?

— Я выюшку закрыл, — тихо ответил мальчик. — Спите, господин Старый Ник.

Он уже снова сидел, прислонившись спиной к камину, словно и не вставал. Мог бы не обдирать руки, думал мальчик в отчаянии, все одно он меня съест. Кто же будет пустой несоленой кашей давиться? Может, отыщется хоть полгорсточка соли или масла кусок?.. Он снова пополз на четвереньках по комнате, ища люк в подпол. Тот нашелся в углу рядом с бочкой. Мальчик поддел кольцо стертыми в кровь пальцами и потянул.

— Кто там? — прошептал голос снизу.

От испуга мальчик чуть не выпустил кольцо. Что за чудища могут жить в подполе у Старого Ника? С другой стороны, вряд ли чудища будут спрашивать «кто там?». Он наклонился к самому полу и тихонько произнес:

— Меня Старый Ник привез. Милостивые господа, у вас не найдется соли и масла для каши?

— Милостивые господа, говоришь? Найдутся у милостивых господ и соль, и масло, а вот у тебя что найдется в обмен, а? — прошептали снизу.

Секунду подумав, мальчик достал из кармана деревянную лошадку, чудом не вывалившуюся, пока его швыряло в санках, и сунул в приоткрытый люк.

— Хороша коняшка, хороша, да только мало одной. Нас тут три, и тридцать три, и еще три дюжины, и я, а коняшка одна.

— Где ж я еще возьму? — прошептал мальчик в щель. — Пожалуйста, милостивые господа, сжальтесь, дайте мне

соли и масла, а то меня Старый Ник утром съест обещал.

— Вырежи коняшек хоть трети, а остальные, так уж и быть, завтра отдашь, когда старый хрыч уедет, — торговался сидевший в подвале.

— Да у меня и ножа нет.

В подполе зашептались. «Дадим ему нож?» — «Не-а, все равно его Старый Ник съест», — расслышал мальчик. Дальше шепот стал неразборчивым. Наконец из щели показался маленький нож. Мальчик положил его в карман и пополз за поленом к камину.

— Эй, — окликнули его из щели, — на, мазь возьми, руки смажешь.

Старый Ник проснулся в неплохом настроении. В доме было тепло, от очага пахло чем-то вкусным. Мальчик сидел на полу у огня.

— А ну помоги мне встать, щенок! — рявкнул старик. Мальчишка подскочил к нему и помог дойти до двери.

— Господин Старый Ник, я вам завтрак сготовил, поешьте, пока не остыл.

— А, думаешь, я его съем, а тебя не стану?

— Да я ж никуда не денусь, господин Старый Ник, — опустил глаза мальчик. — А каша до вечера засохнет.

— И то, — согласился старик, садясь к столу...

Когда Старый Ник наконец уехал, мальчик присел у люка:

— Милостивые господа!

— Да ладно тебе нас господакать, — ответил смешливый голосок. — Мы тут такие же пленники, как и ты. Нас старый хрыч подальше отпускает, вот и вся разница. Будешь себя хорошо вести, тебе тоже разрешит. Как тебя зовут-то?

— Ники.

— Тезка его, смотри ты! — хихикнул голосок. — Принес остальных коняшек?

— Я сейчас последних доделаю. Ваш нож, считай, сам режет, только направляй.

— А мы, гномы, по железу первые мастера, — согласился голосок. — Ну, чего старику готовить будешь? Может, ягодный пирог испечешь? Мука там где-то должна быть, а сушеных ягод мы тебе дадим.

— А что взамен возьмете? — осторожно спросил Ники.

— Договоримся, не беспокойся, — засмеялись снизу...

Старый Ник вернулся засветло. Мальчик, спавший в теплом углу у камина, вскочил на ноги, лишь услышал скрип шагов.

— Добрый вечер, господин Старый Ник. Будете ужинать? Я пирог с ягодами испек и чаю брусничного заварил.

— Да ты времени даром не терял. — Старик оглядел чисто прибранную комнату. — Все надеешься, что не съем, пожалею?

— Воля ваша, господин Старый Ник.

— Моя, моя. Ладно, давай пирог сюда. И подбрось полено, замерз я.

— А вы бы разрешили мне в лес выходить, господин Старый Ник, — вкрадчиво сказал мальчик. — А то дрова кончаются. Я бы и воды натаскал, и ловушек на зайцев и птиц расставил.

— Там посмотрим, — проворчал с набитым ртом старик.

Старый Ник задумчиво ковырял в зубах и смотрел на мальчишку, мывшего посуду в тазу. Словно почувствовав его взгляд, мальчик обернулся:

— Господин Старый Ник, у нас соли последняя горстка осталась.

Старик поморщился. Он терпеть не мог ходить по лавкам. Но придется, наверно. Завтра. А пока можно поспать на новой кровати, которую мальчишка срубил в конце зимы. На лапнике, да под одеялом из шкурок, да на пуховой подушке... Ничего не скажешь, старается паршивец. Ну ведь не за просто так, за шкуру свою работает. Может, его в лавку послать, пока Старый Ник своим делом заниматься будет?

— Собирайся, щенок. Завтра поедешь со мной в город, купишь там соль и все остальное, что надо.

— Спасибо, господин Старый Ник, — кивнул мальчик и покосился в сторону люка.

В летний возок он залез с мешком. Старик подозрительно посмотрел на него, но ничего не спросил. Так они и доехали молча до городка, и, только когда олени уже бежали по мостовой, Старый Ник вдруг обернулся:

— Вон, видишь того бездельника? Не сегодня, так завтра я его заберу.

У витрины игрушечной лавки стоял малыш в рваной, заплатанной одежде и смотрел на сокровища за стеклом.

— Вот так и начинают все эти мошенники! — захохотал старик. — Ладно, вылезай. Вот лавка. Купи все, что надо, и жди меня здесь, понял?

— Понял, господин Старый Ник.

Ники вылез из возка и зашел в бакалейную лавку. Выйдя оттуда через полчаса с заметно раздувшимся мешком за плечами, он огляделся по сторонам и быстро заскочил в игрушечный магазин, у витрины которого все еще стоял тот самый малыш. В лавке Ники сразу подошел к хозяину:

— Уважаемый господин, не хотите ли купить игрушки? Гномья работа.

Переговоры заняли больше времени, чем хотелось Ники, и он издергался, выглядывая в окно лавки: старик мог вот-вот вернуться. Наконец хозяин кончил торговаться, и Ники, с облегчением положив деньги в карман, выскочил на улицу. Проходя мимо малыша, он украдкой сунул ему в карман зажатую в кулаке лошадку с кожаными удилами, седлом и султаном из настоящих перьев, выкрашенных в алый цвет.

— Ты что делаешь, щенок? — загремел голос Старого Ника.

От подзатыльника Ники чуть не упал. Старый Ник руганью и тычками гнал его до возка, а там отвесил мальчишку такой пинок, что тот врезался в железный кант и до крови рассадил лоб.

— Я с тобой дома еще разберусь, мошенник! Выдумал тоже — игрушки раздавать! — зло ворчал старик с облущка.

— Да я же ради вас стараюсь, господин Старый Ник. Малыш этот чего натворит, а вам за ним ездить. А то посидели бы дома, я бы вам глинтвейн сварил, вот и пряностей купил, и патоки. И пирог бы с маком и с медом испек.

Старик замолк. Так и ехали до самого дома.

— Вылезай, распряги оленей... Подожди, значит, игрушки хочешь детям раздавать?

— Ну да. — Мальчик осторожно приглядывался к Старому Нику. — Детям занятие, меньше будут шалить, а вам езды меньше. Разве плохо?

— Ну смотри. А когда все успеешь? Или готовить за тебя леший будет?

— Не беспокойтесь, господин Старый Ник, я все ус-

пею. А не буду успевать, воля ваша, не берите меня с собой.

— Ну смотри, — повторил старик, заходя в дом.

Старый Ник наблюдал за мальчишкой. Тот укладывал игрушки в мешок. Незаметно подкралась дремота, и старик прикрыл глаза, убаюканный привычным шумом: гномы в подвале стучали молоточками, скрипели ножами, а от ритмичного шелеста печатного станка весь дом, казалось, плавно покачивался. Вдруг старик открыл глаза. Побледневший Ники стоял у скамьи, а игрушки, высыпавшиеся из мешка, лежали яркой кучей на полу: их грохот и разбудил Старого Ника.

— Что такое? — проворчал он. Мальчик не ответил. — Что случилось? — уже настойчивее спросил старик.

— Не знаю, господин Старый Ник. Плохо мне.

— Плохо? — Старик оглянулся на дверь. — Что плохо?

— Не знаю, господин Старый Ник. Просто плохо мне, стоять не могу. — Ники опустился на скамью и замер, со всхлипом втянув воздух. — Помру сейчас, господин Старый Ник, — прошептал он едва слышно.

— Да все в порядке с тобой, — проворчал старик. — Сейчас последняя родная кровь твоя умирает, вот и вся история. Потерпи чуток, зато потом уже настоящим волшебником станешь.

— Кто... умирает? — прохрипел Ники. — Кто?

— Твой отец, кто ж еще!

— Как? Отец умирает? Сейчас? Я... Где он? — В ответ старик лишь пожал плечами. — Господин Старый Ник, пожалуйста... можно я... к нему? Олени... можно?

Ники кое-как поднялся и, едва переставляя ноги, пошел к креслу. Вдруг он запнулся, упал на колени и ткнулся головой в халат старика.

— Можно?

Старый Ник почувствовал движение губ мальчика и буркнул:

— Да можно, можно! Только ты ж и до сарая не дойдешь.

Ники оперся на ручки кресла и встал.

— Дойду...

Санки с запряженными оленями уже стояли у избушки. Старый Ник покосился на красный колпачок, мелькнувший под крыльцом, молча помог Ники сесть в санки и взять в негнущиеся пальцы вожжи.

— Эй, Злюка, Комета, Танцор! Эй, Гром! Вперед! — крикнул он и хлопнул Грома по лоснящемуся боку.

Олени рванули с места. Старик смотрел вслед, кляня себя за то, что отпустил мальчишку. А вдруг подскочат санки на ухабе — и вылетит маленький паршивец, ведь едва сидит. Беги потом по морозу. Да и оленей ловить кто будет?.. Но санки удалялись плавно, будто плыли по свежему снегу.

— А они ведь летят! — прошептал голосок за углом. — Летят, смотри! Вот здорово — может, успеет Ники!

— Если летят, значит, он уже опоздал, голова твоя гномья! — гаркнул старик. За углом ойкнули. — А ну, пошли в дом, бездельники. Он скоро вернется...

Ники действительно вернулся еще засветло. Старик прислушивался и прикидывал в уме: вот он распряг оленей, вытер их, повесил упряжь, вот сейчас он идет к дому...

Войдя, Ники молча сел на свое обычное место — у камина, на скамеечке для ног — и уставился на огонь. Бедный мальчик, подумал старик. Да уж и не мальчик: вон как вытянулся — чтоб на скамейку сесть, ему втрое складываться приходится, а плечи — едва очага не шире.



## ФАНТАСТИКА

— Кхм... Я тут думал: как насчет того, чтобы раздавать игрушки всем хорошим детям, а? — проговорил Старый Ник, когда тиканье часов в тишине стало невыносимо громким. — Может, выбрать один день, да хоть Рождество, и раздать.

— А почему Рождество? — спросил Ники, помолчав.

— Ну, там и ночь почитай что самая длинная, да и праздник вроде как.

— Всем детям, да?

— Всем хорошим детям, — педантично уточнил старик.

— Но ведь... они же все хорошие? — Ники наконец оторвал взгляд от огня и посмотрел на старика. — Все хорошие, ведь правда?

— Ну...

— Ведь правда, они все хорошие? Все!

Ники рыдал, стоя на коленях у кресла и уткнувшись лицом в плечо Старого Ника, словно хотел выплакать все непролитые за эти годы слезы. Старик гладил его.

— Конечно, так оно и есть, они все хорошие, все, Ники, — шептал Старый Ник. — А ты у меня лучше всех, ты самый хороший, мальчик мой. Я старый дурак, Ники, что я понимаю в детях? Ты у меня самый умный, Ники, мальчик мой. Конечно, надо всем детям раздать игрушки, раз ты так говоришь. Ты ведь теперь у нас Молодой Ник, малыш... вон и оленей летать научил. А я дома посижу, буду за этими бездельниками приглядывать.

— Да за тобой самим присмотр нужен, — проворчал добродушный голосок.

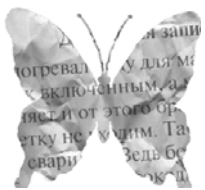
Вот так и кончилась эта история, и началась новая. Дети не скоро перестали бояться Старого Ника, но все же через несколько лет одна смелая девушка решилась подсмотреть, кто приносит подарки в ночь на Рождество. От нее-то все и узнали, что на санках, запряженных летающими оленями, теперь ездит румяный седой волшебник с молодыми глазами.

А на следующее Рождество санки Молодого Ника вернулись в избушку не пустыми — с невестой. Точнее, она-то сидела на облучке в обнимку с женихом, а в санках ехали ее подружки — веселые маленькие феечки, решившие навестить гномов и помочь молодым подготовиться к свадьбе. Дело в том, что будущая миссис Ник была крестницей королевы фей: ведь не всякая девушка сможет увидеть волшебника. Ох и шуму прибавилось в доме Старого Ника, особенно когда у него родились внучата, а потом и правнуки. Он даже иногда уезжал в своем самоездном кресле, сделанном гномами, в старую избушку и там отдыхал от суеты, ожидая, пока раздастся скрип половиц и голоса:

— Господин Самый Старый Ник! Вы не спите? Расскажите нам про дедушку, господин Самый Старый Ник!

Самый Старый Ник нащупывал ладонью шелковистую макушку возле своего колена и начинал рассказ:

— В тот день Старый Ник был не голоден...



## Исторический постскрипtum от автора

Итак, Старый Ник в нашем рассказе не становится Санта-Клаусом; последний — это уже Молодой Ник. А Старый Ник просто сходит со сцены. В этом смысле рассказ отражает трансформацию образа Санта-Клауса и его коллег.

Начнем по порядку. Святой Николаус, или Николай, родился в 260 году в городе Мире Ликийской (Малая Азия) и прославился щедростью, бескорыстием, искренней и сильной верой. Настолько сильной, что подрался с Арием на Первом Вселенском соборе, и его вышвырнули из собрания и заключили в темницу. Однако епископам явилась Дева Мария и уговорила их помиловать святого Николауса, поскольку движим он был любовью к Христу. Святой Николай славен многими чудесами и добрыми делами, в том числе спасением троих детей, убитых и расчлененных мясником, и тем, что подбросил три мешка с золотыми монетами бедному отцу трех бесприданниц. Этим, разумеется, список его дел не исчерпывается, но теперь нам ясно, почему святой Николай, кроме всего прочего, считался щедрым и добрым покровителем детей. По восточному обряду День святого Николая Чудотворца — 19 декабря. В западной традиции день Святого Николауса приходится на 6 декабря.

До Реформации подарки делали в День святого Николауса, но Мартин Лютер был недоволен тем, что именно католический святой приносит подарки — и вместо него появился Christkindlein, Дитя Христово. Позднее в английском языке это имя трансформировалось в Kriss Kringle (Крисс Крингль), аналог Father Christmas.

Праздник Рождества Христова пришелся на время языческих праздников зимнего солнцестояния. Многие обычаи этих ранних празднеств включены в рождественские. Например, еще в XVII веке в Лапландии в Рождество (или Йоль) украшали оленьими внутренностями дерево с обрубленными ветвями. А в Финляндии подарки на Рождество до сих пор приносит Козел Йоля (Joulupukki). В Померании и Пруссии на Рождество приходил злобный Мешок-с-Костями, или Мохнатый Козел, и требовал подарков для себя — отголосок жертв.

К щедрому доброму дарителю святому Николаю также присоединялись его темные спутники, задачей которых было пугать и наказывать непослушных детей (по другим легендам, эти демоны первоначально занимались похищением детей, но святой поймал их и заставил служить себе). Например, в Австрии одним из них был мохноногий, рогатый, с длинным красным языком, по имени Крампус; он держал в руке кнут или розги, а за спиной носил корзинку, куда и прятал непослушных детей. Некоторые из этих жутковатых существ именовались Николас, Ник или Никкель (например, «Мохнатый Никкель» — Pelznickel).

Прообраз Санта-Клауса, голландский Sinterklaas, приезжает из Испании вместе со своим спутником Черным Петером — как и Старый Ник, это одно из прозвищ дьявола. Хорошим детям Sinterklaas дарит сласти и игрушки, а плохих забирает в Испанию (учитывая отношение к испанцам в Нидерландах, маленьких голландцев такая перспектива должна была сильно пугать). В наших краях святой Николай Чудотворец ходит вместе с помощниками — Ангелом и чертиком Антипкой. Ангел несет подарки хорошим детям, Антипка приносит розги для непослушных.

Однако знакомый всем Санта-Клаус — американского производства. Образ существа, приносящего на Рождество подарки, приехал в Америку вместе с иммигрантами из Европы. Выглядел этот персонаж то как епископ в митре и с посохом, то как голландский моряк в зеленой куртке и с длинной трубкой во рту. В 1821 году напечатали стихотворение Клемента Кларка Мура «Ночь перед Рождеством» — именно в нем впервые появляется добродушный старик с седой бородой, одетый в отделанную белым мехом красную шубу, едущий на санках, которые запряжены летающими оленями. Возможно, эту деталь Муру подсказали финские легенды о «Старике Зиме», который вместе со снегом спускается с гор на оленьей упряжке. К концу Гражданской войны в США уже вполне сформировался образ Санта-Клауса с его телескопом (в него он может увидеть любого ребенка) и книгой, где записаны все хорошие и плохие дела детей...

Другую метаморфозу, внутреннюю, не так просто датировать. Во всяком случае, к 70 — 80-м годам XX века Санта-Клаус из строгого судьи, раздающего всем по заслугам, превратился в символ щедрости, прощения и обновленной надежды. Он позволяет родителям проявлять эти чувства к детям именно на Рождество, с тем чтобы в остальные дни года воспитывать в них бережливость, самоконтроль и ответственность.

И под конец вернемся к упомянутому выше стихотворению Мура «Ночь перед Рождеством». Мур принадлежал к группе зажиточных ньюйоркцев (в их числе был и Вашингтон Ирвинг), которая хотела сделать Рождество семейным праздником, а не пьяной гулянкой на улицах; отсюда и акценты, расставленные в стихотворении. Через сорок лет в Северной Америке началась Гражданская война. Карикатурист Томас Наст решил использовать Санта-Клауса для агитации за северян. В его рисунках, появлявшихся в журнале «Харперс базар», Санта-Клаус раздавал лакомства солдатам северян и утешал детей в тылу. Дети южан, естественно, тоже хотели конфет, но Санта-Клаус объяснял, что из-за войны не может к ним добраться. В то время его внешний вид еще не был похож на знакомый нам сегодня. Но в 20-х годах XX века компания «Кока-Кола» провела рекламную акцию, признанную одной из самых успешных в истории: художник Хаддон Сандблом, к которому обратилась компания, нарисовал Санту таким, каким он и остается поныне.



**Россия, Москва, МВЦ «Крокус Экспо»**
**22–25 апреля 2008**


# **A-TESTex**

**6-я Международная специализированная выставка**

**A-TESTex**

**www.analyticaexpo.ru**
**АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ,  
КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ  
ПРИБОРЫ, ЛАБОРАТОРНАЯ МЕБЕЛЬ  
И ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТИВЫ.  
БИОАНАЛИТИКА**

## **РАЗДЕЛ «АНАЛИТИКА»**

Измерительные приборы и оборудование  
Нанотехнологии  
Оборудование лабораторное вспомогательное  
Реактивы и материалы  
Средства обеспечения работы аналитических лабораторий  
Средства автоматизации лабораторных исследований  
Комплексное оснащение лабораторий

## **РАЗДЕЛ «БИОАНАЛИТИКА»**

Электрофорез  
Приборы для биотехнологии  
Биосенсоры  
Биохимикаты  
Лабораторное оборудование для биотехнологии и биологических наук  
Исследование медикаментов  
Протеомика  
Стерильная техника  
Информация и услуги для биотехнологии  
Биотехнология в сфере охраны окружающей среды

## **Статистика 2007**

|                    |        |            |      |
|--------------------|--------|------------|------|
| Площадь брутто     | 10 402 | Посетители | 4545 |
| Экспоненты         | 288    | из них РФ  | 4313 |
| из них нерезиденты | 53     | Казахстан  | 20   |
| Страны-участницы   | 15     | Украина    | 68   |
|                    |        | Белоруссия | 38   |

**В рамках выставки пройдут  
специализированные мероприятия:  
конференции, тематические семинары  
и круглые столы**

### **Дирекция выставки:**

107113, Россия, Москва,  
Сокольнический Вал, 1, пав. 2  
Тел./факс: (495) 105-35-60

E-mail: [fyv@mvk.ru](mailto:fyv@mvk.ru), [sfi@mvk.ru](mailto:sfi@mvk.ru), [oea@mvk.ru](mailto:oea@mvk.ru)  
[www.mvk.ru](http://www.mvk.ru), [www.mvk-crocus.ru](http://www.mvk-crocus.ru)

# Яблоки

**Что такое яблоко?** Яблоко — это ботаническое название одного из типов плодов. Такие плоды вызревают на яблоне и на других плодовых деревьях, относящихся к подсемейству яблоневых: рябине, груше, айве, боярышнике, ирге. «Ягода рябина» — на самом деле маленькое яблоко.

**Правда ли, что яблони — самые распространенные плодовые деревья в мире?** Домашняя яблоня — потомок многих дикорастущих видов, которые люди одомашнили и не раз скрещивали между собой. Ее сады занимают на Земле почти 5 миллионов гектаров и по производству плодов удерживают пятое место в мире после винограда, цитрусовых, бананов и кокосового ореха. Едва ли не каждое второе плодовое дерево — яблоня, а ближе к северу, где не вызревают ни апельсины, ни абрикосы, девять из десяти — яблони. Кстати, в России был самый большой в мире яблоневый сад. На острове Валаам, расположенном в северо-западной части Ладожского озера, на гранитных скалах росло около 400 яблонь восьмидесяти шести сортов. А вообще, к настоящему времени создано более 20 тысяч сортов яблони.

**Что такое «райское яблочко»?** Яблоня, которая дает райские яблоки, они же китайки, называется по-научному яблоней сливолистной. Ее, как и домашнюю яблоню, вывели люди, но совсем от других диких предков. Китайка не так вкусна, как обычные яблоки, зато может расти в суровых сибирских условиях, которых не выдерживает домашняя яблоня — в сильные морозы у нее трескается древесина.

**Чем так хороша русская антоновка?** Антоновка обыкновенная — самый знаменитый русский сорт яблока. История не сохранила для нас полного имени селекционера, впрочем, его наверняка звали Антон. Антоновка поспевает поздно и хорошо хранится. Изумительный аромат делает яблоки этого сорта незаменимой начинкой для пирогов, основой для пастилы, джема и повидла. Шарлотку полагается делать только с антоновкой. Ее добавляют в квашеную капусту, а моченая антоновка — просто шедевр. Приятная кислинка и аромат украшают любое блюдо.

Но не только вкусом единым хороша антоновка: в ее соке содержатся вещества, убивающие дизентерийных микробов.

**Почему незрелые яблоки твердые, а созревшие — мягкие?** В яблоках много пектиновых веществ — высокомолекулярных углеводов, которые содержатся в межклеточных перегородках. В незрелых яблоках присутствует нерастворимый протопектин, который образует своего рода жесткий каркас плода. Однако по мере созревания яблока под действием ферментов и органических кислот протопектин постепенно превращается в растворимый пектин, и спелое яблоко утрачивает былую жесткость.

**Почему незрелые яблоки кислые или безвкусные?** В незрелых яблоках даже самых сладких сортов довольно много аскорбиновой кислоты, но почти нет сахаров. Созревающее яблоко копит крахмал. Потом начинается гидролиз крахмала: он расщепляется на моносахариды, глюкозу и фруктозу, которые и придают плоду сладкий вкус. Сначала крахмал гидролизуются в мякоти, непосредственно окружающей сердцевинку яблока, затем в более удаленных от центра частях. В полностью созревших яблоках крахмала нет совсем или же его очень мало. «Крахмальность» яблока можно проверить с помощью известной иодкрахмальной пробы. Капните капельку иода или иодной воды на срез яблока. Если пятно посинеет, значит, крахмал есть и яблоко не созрело.

**Почему яблоки рекомендуют диабетикам?** Потому что сахара в яблоках представлены моносахарами — фруктозой и глюкозой, причем первой вдвое больше, чем второй. Фруктоза, в отличие от глюкозы, не перегружает инсулярный аппарат.

**Правда ли, что яблоки содержат весь набор необходимых витаминов?** В яблоках содержится едва ли не весь витаминный алфавит. Но концентрация витаминов невелика. Поэтому удовлетворить суточную потребность в том или

ином витамине с помощью яблок затруднительно — для этого надо ежедневно съедать по несколько килограммов.

Впрочем, одно несомненное витаминное достоинство у яблока есть — это оптимальное сочетание витамина Р и аскорбиновой кислоты. Витамин Р укрепляет сосуды, делает их стенки эластичными и снижает давление, а усваивается он лучше всего в присутствии аскорбиновой кислоты. Два яблока в день полностью обеспечат вашу потребность в витамине Р. Сорта яблок, богатые витаминами С и Р (мельба, антоновка, папировка), полезны при атеросклерозе, гипертонии и ревматизме. Профилактике атеросклероза способствует и содержащаяся в яблоках винная кислота, которая препятствует вовлечению глюкозы в жировой обмен.

**Почему яблоки темнеют на срезе?** Обычно в таком случае говорят: «Смотрите, как много железа!» Но потемнение не имеет к железу никакого отношения. Все дело в полифенолах — антиоксидантах, которых в яблоках очень много. Антиоксиданты защищают наши клетки от окислительных процессов, не давая образовываться разрушительным перекисным соединениям, поэтому обилие полифенолов делает яблоки отличным профилактическим средством, замедляющим старение. По суммарной антиоксидантной активности яблоки сравнимы с зеленым чаем. Не случайно, наверное, появилась сказка о молодильных яблоках, а не о каком-нибудь другом фрукте. Так вот, на воздухе полифенолы окисляются, образуя темные продукты реакции.

**Но железа в яблоках все-таки много?** Слухи о его изобилии в яблоках сильно преувеличены. И тем не менее железа в яблоках довольно много. Вообще-то ежедневное полноценное питание полностью удовлетворяет потребность нашего организма в железе, но в профилактике алиментарного малокровия у детей яблокам нет равных. Об этом говорил еще С.П.Боткин.

**Почему яблоки полезны при подагре и мочекаменной болезни?** В этом заслуга солей калия, которых в яблоках очень много. Вместе с таннином калий задерживает образование в организме мочевой кислоты. Пятнадцатиминутное кипячение двух-трех неочищенных яблок в литре воды дает нечто вроде мочегонного лечебного чая, выводящего щавелевую и мочевую кислоту. Этот совет должен привлечь внимание мужчин — они склонны к подагре больше, чем женщины. Благодаря тому же калию яблоки и яблочные компоты усиливают отделение желчи и мочи и поэтому применяются при заболеваниях печени и как мочегонное при отеках.

**Говорят, что яблоки особенно полезны зимой. Почему?** Дело в том, что яблоки благотворно действуют на кислотно-щелочное равновесие организма: они сильно снижают кислотность его внутренней среды и противодействуют так называемому тканевому ацидозу — накоплению в крови и тканевых жидкостях кислых продуктов обмена веществ, которые образуются, в частности, при распаде тканей. Зимой свежих овощей и фруктов мало, и мы едим больше мяса, рыбы и яиц, которые подкисляют внутреннюю среду организма. Кстати, ацидоз — одна из причин старения. А еще яблоки особенно полезны работникам умственного труда: при утомлении мозга в его ткани поступает большое количество кислых продуктов обмена, и тут яблоко с его антиоксидантными свойствами очень кстати.

**Чем хорошо яблочное желе?** Желе получается из пектина, которым яблоки очень богаты. Пектин задерживает развитие в кишечнике гнилостных бактерий, повинных во многих наших хворях и даже в старении организма. Пектин к тому же — естественное противоядие, он связывает немало ядовитых веществ, включая продукты жизнедеятельности тех же гнилостных микробов и тяжелые металлы. Не случайно на некоторых вредных производствах, например там, где технология связана со свинцом, взамен традиционного молока работники получали мармелад и специальные кисели. Пектины связывают также холестерин. (Его уровень можно понизить и без желе, ежедневно съедая по 300 г свежих яблок.)

**Почему утку запекают с яблоками?** Знаменитые, проверенные временем блюда не только вкусны, но и полезны, потому что продукты для них подобраны рационально. Утиное мясо — жирное. При запекании растворимые пектины яблока образуют желе, которое связывает избыточный жир утки и делает блюдо более вкусным и диетическим. Переваривать белки утиного мяса помогают органические кислоты яблока — яблочная, лимонная, винная. А пектины вместе с жиром выводятся из организма.

**Сколько нужно съедать яблок?** Суточная норма яблок может безболезненно доходить до 2 кг. Но хорошо бы — хоть по два яблока в день. Особенно зимой. Не зря англичане говорят: «An apple a day keeps the doctor away», что примерно означает: «Кто в день по яблоку съедает, у того врач не бывает».

**Л.Викторова**

**НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ  
НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ**

Художник Е. Станикова



...если не появятся новые источники гелия, его мировые запасы вскоре иссякнут, а цены на этот газ резко поднимутся («Physics Today» 2007, т.60, № 6, с.31)...

...исследования метеорита Kaidun, родителем телом которого считается спутник Марса Фобос, помогли установить, что некоторые его включения имеют марсианское происхождение («Геохимия», 2007, № 10, с.1043—1056)...

...на Южной Камчатке в 2006 году был открыт новый супервулкан — кальдера Карымшина («Вулканология и сейсмология», 2007, № 5, с.14—28)...

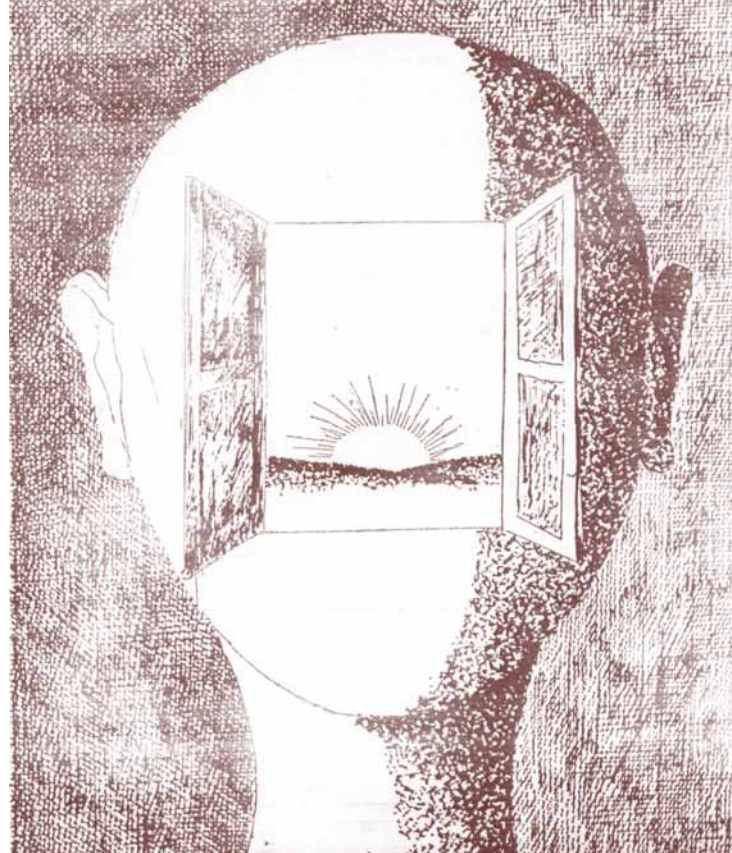
...самое дешевое сырье для производства биоразлагаемого полимера полибета-оксибутирата — по-видимому, молочная сыворотка («Экология и промышленность России», 2007, № 10, с.16—19)...

...анализ палеопочв, погребенных под курганами, позволяет проводить палеоклиматические реконструкции для времени возведения этих курганов («Почвоведение», 2007, № 10, с.1179—1189)...

...построено генеалогическое древо современных штаммов вирусов оспы и показано, что все они произошли от оспоподобного вируса африканских грызунов («Proceedings of the National Academy of Science of the USA», 2007, т.104, № 40, с.15787—15792)...

...создана кандидатная съедобная вакцина — трансгенный томат, содержащий белок-антиген вируса гепатита В («Доклады Академии наук», 2007, т.416, № 5, с.702—705)...

...исследование детей, родители которых проживали рядом с рекой Теча на Южном Урале и подверглись хроническому радиационному воздействию из-за сбросов с ПО «Маяк», показало, что радиационная нестабильность генома может передаваться по наследству («Радиационная биология. Радиоэкология», 2007, т.47, № 5, с.550—557)...



## КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

### Солнечно-рецепторный диагноз

Как ни стараются ученые доказать, что астрология — это суеверие или обман, люди продолжают интересоваться, кто под каким знаком зодиака родился, и делать далеко идущие выводы. Интерес этот настолько живуч, что даже некоторые специалисты захотели проверить, влияет ли сезон рождения ребенка на его здоровье, размеры или черты характера. Кто ищет, тот находит. Оказалось, например, что родившиеся зимой мужчины более склонны к риску и поискам приключений. Время появления на свет сказывается также на весе новорожденного, росте взрослого индивида, индексе массы тела, давлении крови, лево- или праворукости, склонности к аутизму, шизофрении или паническим настроениям. Предположений о том, почему это происходит, множество. По-видимому, самое вероятное — влияние продолжительности светового дня на обмен серотонина у матери в период беременности. Большую роль в этом играют медиатор дофамин и гормон мелатонин, вырабатываемый эпифизом.

Однако от наследственности не освобождают ни зима, ни лето. Рецепторы к дофамину у людей могут различаться. Некоторые их типы заставляют постоянно искать новые ощущения, поступать импульсивно и нарушать установленные правила, а другие способствуют размеренной тихой жизни. Ученые из Северо-Западного, Нью-Йоркского, Висконсинского и Браунского университетов США доказали, что оба фактора взаимодействуют и сообща определяют характер индивида (PLoS One, 2007, вып. 11, e1216).

Можно ли считать эти исследования частичной поддержкой астрологии? По крайней мере, похоже, что «звезда по имени Солнце» имеет отношение к формированию наших черт, но списывать на нее все проблемы с характером вряд ли стоит.

М.Рачковский



...депрессивная и тревожная симптоматика увеличивает риск осложнений и смерти у больных с артериальной гипертонией и ишемической болезнью сердца в полтора-два раза («Кардиология», 2007, т.47, № 16, с.24—30)...

...чем крупнее и сложнее биологический объект, тем меньше частота и напряженность электромагнитного поля, достаточные для воздействия на него («Вестник СПбГУ», 2007, серия 4, № 2, с.43—47)...

...у инфузории-туфельки описано 11 способов передвижения («Журнал эволюционной биохимии и физиологии», 2007, т.43, № 5, с.379—389)...

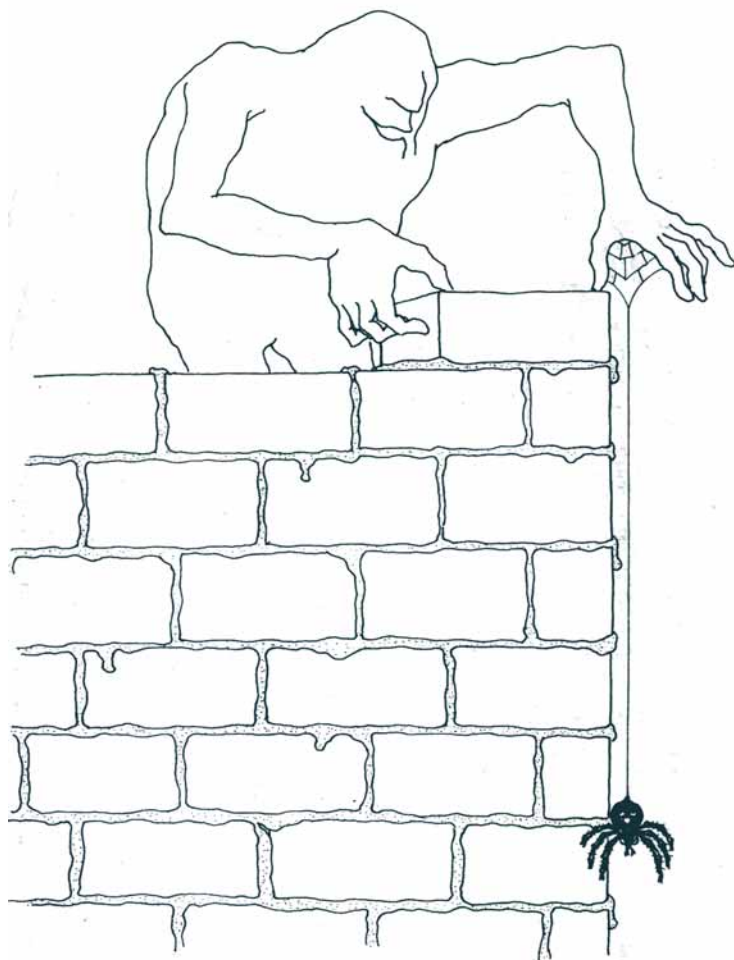
...причиной гипертиреоза у американских домашних кошек оказались полибромдифениловые эфиры, которые входят в состав различных материалов в качестве антивоспламенителей («Environmental Science and Technology», 2007, т.41, № 18, с.6350—6356)...

...московские дома, построенные в 50-е годы, заселены мышами на 80%, в 60-е — на 10,8%, в 70-е — на 35,1%; в одной и той же квартире мышь может прожить от двух до четырех месяцев («Успехи современной биологии», 2007, т.127, № 5, с.514—528)...

...аудитория российских газет ежегодно сокращается на 10—15%, а просмотр телепередач в возрастной группе с 15 до 39 лет с осени 2005 года по осень 2006-го упал на 4% («Компьютер-пресс», 2007, № 10, с.4—7)...

...во Франции на реке Уаза найден кусок янтаря, в котором замурована древнейшая известная на сегодня пчела — это насекомое жило в раннем эоцене («Zoological Journal of the Linnean Society», 2007, т.150, с.701—709)...

...профессор Калифорнийского университета Ричард Мюллер предложил список вопросов по физике, ответы на которые должен знать президент будущего («Nature», 2007, т. 450, № 7168, с.345, <http://www.nature.com/news/specials/climatepolitics/index.html>)...



## КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

### Опасная и полезная красота

Пауки из рода *Argiope* часто создают настоящие произведения искусства, украшая свои сети зигзагами, спиралями и другими узорами. Зачем им это надо, не было ясно до недавнего времени, хотя ученые ломали над этим голову с 1889 года. Предполагалось, что художественная паутина может привлекать добычу или отпугивать хищников, но доказать либо опровергнуть эти гипотезы никто не мог.

Теперь биологи Жен-Чун Чхен и И-Мин из Тайчунского университета (Тайвань) провели исследования, позволившие прояснить загадку ([sciencemag.org](http://sciencemag.org)). Они установили камеры слежения за паучьими сетями на опушках леса в провинции Наньтоу и за два месяца сделали около семисот часов видеозаписей, а затем проанализировали снятый материал. Ученых интересовал один представитель рода *Argiope* — паук-кругопряд индийский, который часто плетет паутину с узором в виде андреевского креста. Тайваньские биологи изучили записи по 115 сетям этих пауков: 56 — с узором и 59 — без узоров.

Оказалось, что в украшенные крестом сети ловится на шестьдесят процентов больше насекомых. Но красивая паутина давала не только приятные результаты: сети с узором привлекали хищников. За время наблюдений осы восемнадцать раз нападали на пауков, и две трети их атак приходилось на паутины с крестообразным узором.

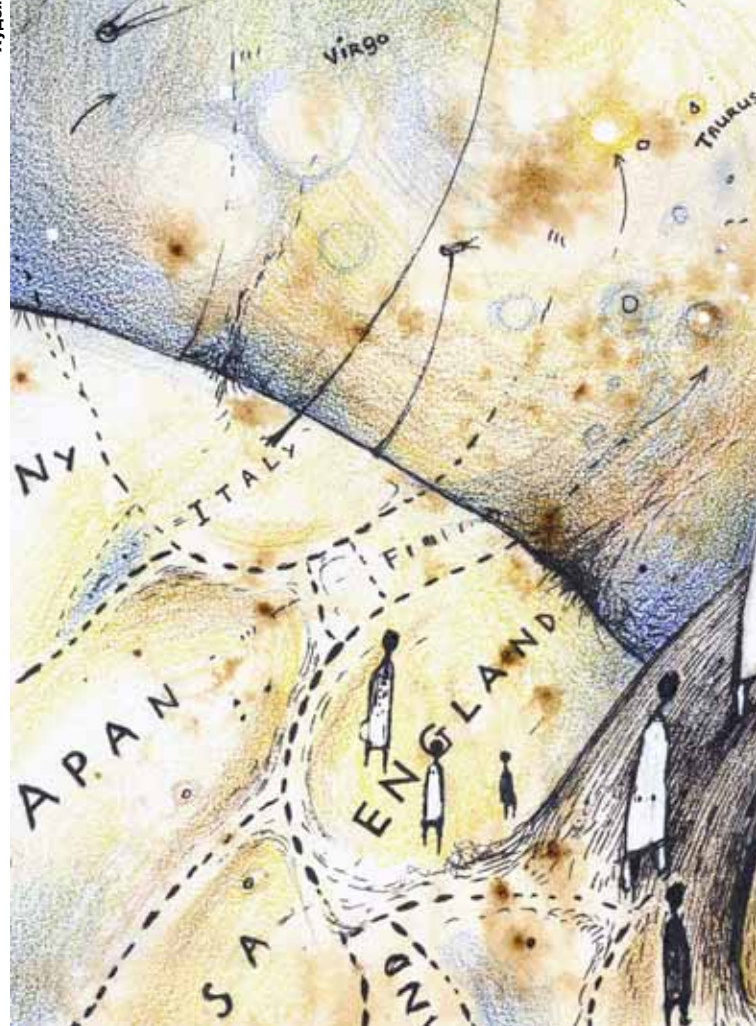
Получается, что художественная сеть действительно работает как приманка, однако привлекает не только добычу, но и хищников. Наверное, поэтому не все пауки-кругопряды решаются заниматься искусством.

А.Ермаков



Художник Ксения Ставрова

# Космос — это закон



**П.А.СЕВАСТЬЯНОВУ**, Пенза: Новогодним шарам придают блеск нитрат серебра или окись железа («золотая краска»), нанесенные на горячее стекло; иногда используют также алюминиевое покрытие.

**А.ВАСИЛЬЕВУ**, Зеленогорск: Символ иода, как указано в Химической энциклопедии и БСЭ, — от латинского *Iodium*, а J, видимо, периодически появляется как производное от русского «иод».

**А.В.ДМИТРИЕВОЙ**, Санкт-Петербург: Изоионной точкой белка называют значение pH изоионного раствора этого белка — то есть такого раствора, в котором нет ионов, кроме тех, что образуются при диссоциации воды, а также ионизированных остатков аминокислот белка.

**Р.М.ШАТУНОВИЧУ**, Тверь: Нефрас-С4-155/200 — это регламентированное обозначение бензина-растворителя для лакокрасочной промышленности, также известного как уайт-спирит; «нефрас» означает «нефтяной растворитель», С — смешанный, 4 — номер подгруппы, на которые их делят по содержанию ароматики, а 155/200 — температурные пределы выкипания.

**Б.В.БЕЛЯЕВУ**, Москва: Хотя термин «геногенез» в современной научной литературе встречается не слишком часто, вряд ли кто-то будет отрицать, что образование новых генов возможно; однако гены, кодирующие белки антител, — те самые гены, которые подвергаются соматическому мутагенезу по Тонегаве, — обычно называют не новыми, а переменными.

**Д.К.СИГАЧЕВУ**, Обнинск: Самовозгоранием положено называть тление или пламенное горение, которое возникло в результате самонагревания материала, в отличие от самовоспламенения — этот термин употребляют только для пламенного горения.

**ПОТЕНЦИАЛЬНЫМ АВТОРАМ**: Даже если вы безвозмездно передаете свои тексты для публикации и не огорчитесь в случае отказа, лучше все-таки указать адрес для связи — обидно, если материал не будет напечатан из-за невозможности уточнить какую-нибудь мелочь!

**ВСЕМ ЧИТАТЕЛЯМ**: Приносим извинения за опечатку: на рис. 4 в статье «Гемоглобины, азотфиксация и симбиоз» в предыдущем номере выделяется конечно же не атомарный кислород, а  $O_2$ .

**И** главный закон космоса гласит: все люди — это земляне. Стало быть, космос должен быть общим, а не разделенным между разными странами, а его освоение станет результатом объединенных усилий всего человечества. Во всяком случае, так считают ученые из венского Института космической политики (ИКП), которые в октябре 2007 года провели конференцию «Человек в открытом космосе». По их мнению, международное сотрудничество — основа третьего этапа освоения космоса, который начинается на наших глазах. «Первый этап пришелся на «холодную войну», и главным в то время было соперничество между двумя системами. На втором этапе, который начался в 1990 году, к исследованиям космоса подключилось множество новых государств: сейчас в мире насчитывается 36 национальных космических агентств. А на третьем этапе множество промышленных и исследовательских организаций со всего мира будут сотрудничать между собой. В общем, мы движемся к свободному космическому рынку со множеством участников», — говорит Николас Петер из ИКП.



В соответствии с этой идеей строится и космическое право. Границы государств постепенно стираются по мере удаления от Земли. Вот, например, Международная космическая станция. Она состоит из модулей, которые принадлежат разным странам. Сейчас это РФ и США. Вскоре на орбиту придут модули Японии и ЕС. С последним возникнет вопрос: чье законодательство будет действовать на модуле ЕС? Ведь такой страны нет на карте. «Мы посоветовались и решили, что, если кто-то из европейских космонавтов совершит на станции преступление, судить его будут по законам его страны. Что же касается патентов, то их нужно будет оформлять в Германии или Италии — главных финансистов исследовательского модуля», — рассказывает доктор Франс ван дер Дунк из лейденского

Международного института воздушного и космического права. А что будет, если американский астронавт нечаянно испортит оборудование в европейском сегменте станции? «Тогда убытки спишут на хозяина сегмента. Мы стремимся сделать станцию общим домом, поэтому не хотим портить отношения, устраивая друг против друга судебные тяжбы», — поясняет доктор ван дер Дунк.

А вот за пределами околоземной орбиты будет только единое человечество. «Луна и другие объекты Солнечной системы не могут быть присвоены никаким государством, ни провозглашением суверенитета, ни вследствие оккупации, — говорит доктор Ульрих Болман из юридического отдела Европейского космического агентства. — Никто также не может купить себе участок на Луне или

Марсе. Те, кто такими участками торгует, всего лишь выписывают красивый сертификат. Он означает не больше, чем сертификат на владение Эйфелевой башней. База на Луне тоже не может принадлежать ни одному государству, для нее нужно разработать специальный статус. А вот космические корабли должны быть приписаны каждый к своей стране. Все это прямо следует из договора 1967 года о внешнем космосе».

Похоже, освоение космоса в самое ближайшее время может принести немало сюрпризов, которые изменят наши представления о самой основе человеческого общества. В частности, кем будет человек, рожденный на Луне? Селенитом? Космонитом? Или останется землянином?

**П.Данилов**

