



Ж

4  
2006  
ЖИЗНЬ И ВРЕМЯ



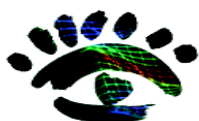
下江元名景  
如表  
菖蒲



下江元名景

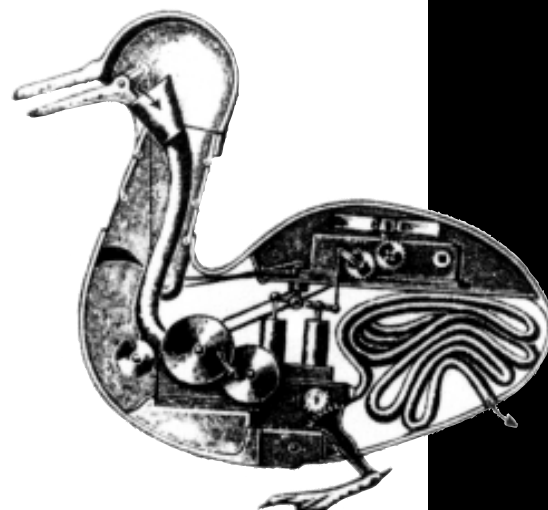


*Если не грешить  
против разума,  
то вообще невозможно  
прийти к чему-либо.  
А.Эйнштейн*



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина  
к статье А.А.Лебедева  
«Вечнозеленый полупроводник»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина  
Хиросиге «Лилии в Хонкири». Дальний Восток —  
край невиданных чудес и необыкновенных растений.  
Изысканные ароматы и нежные краски навевают  
мысли о чудесах. Об этом читайте в статье  
«Альпийские розы Дальнего Востока».*





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,  
О.В.Рындина

**Верстка**  
М.Д.Баженова

**Агентство ИнформНаука**  
О.О.Максименко, Н.В.Маркина,  
О.Б.Баклицкая-Каменева  
textmaster@informnauka.ru

Подписано в печать 29.03.2006

**Адрес редакции:**  
105005 Москва, Лефортовский пер., 8

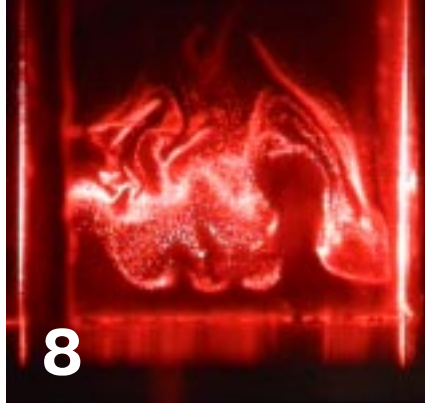
**Телефон для справок:**  
(495) 267-54-18,  
**e-mail:** redaktor@hij.ru

Ищите нас в интернете по адресам:  
<http://www.hij.ru>;  
<http://www.informnauka.ru>

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

На журнал можно подписаться  
на сайтах:  
<http://www.hij.ru>  
<http://esmi.subscribe.ru>  
<http://www.new-press.ru>

© АНО Центр «НаукаПресс»



Оказывается, и пыль образует кристаллы! Но не любая пыль, а только та, которая содержится в ионизированном газе.

## Химия и жизнь

15



А вот этому кристаллу карбида кремния красивый зеленый цвет придает примесь азота.

### ИНФОРМАУКА

ВОДОРОДНАЯ КОПИЛКА .....	4
КУСОЧКИ ВОДЫ .....	4
ОЗДОРОВЛЕНИЕ В ХОЛОДИЛЬНИКЕ .....	5
ПОРТРЕТ БОЛЬНОГО СЕРДЦА .....	6
БАЗА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ .....	6
МОБИЛЬНИК НА СПИРТЕ .....	7

### ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

<b>В.Е.Фортов</b> ПЛАЗМЕННЫЕ ПЛЯСКИ ПЫЛИ .....	8
---	---

### ФОТОФАКТ

<b>И.Е.Титков</b> МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ ПЛАЗМА .....	13
---	----

### ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

<b>А.А.Лебедев</b> ВЕЧНОЗЕЛЕНЫЙ ПОЛУПРОВОДНИК .....	14
--	----

### ФОТОИНФОРМАЦИЯ

<b>И.Е.Титков</b> SIC .....	19
--------------------------------	----

### ФОТОИНФОРМАЦИЯ

<b>А.Е.Чеканова</b> НЕРВНЫЕ УЗЛЫ СПИНТРОНИКИ .....	21
---	----

### ТЕХНОЛОГИИ

<b>А.И.Сизов</b> ДЕРЕВО НАКОРМИТ, НАПОИТ И БАК ЗАПРАВИТ .....	24
--	----

### РАЗМЫШЛЕНИЯ

<b>В.В.Матвеев</b> ОТЦЫ И ДЕТИ В ФИЗИОЛОГИИ КЛЕТКИ .....	28
---	----

### АРХИВ

<b>Ф.Рабле</b> «МЫ ТРАНСФРЕТИРУЕМ СЕКВАНУ...» .....	32
--	----

### ИНФОРМАЦИЯ

ГРАНТЫ ДЛЯ БЕЗДАРНЫХ .....	34
----------------------------	----

### РАЗМЫШЛЕНИЯ

<b>С.В.Медведев</b> МЕЖДУ МОЗГОМ И СОЗНАНИЕМ .....	38
---	----



50

В этом месяце исполняется 110 лет со дня рождения Н.Н.Семенова, одного из основателей «Химии и жизни».

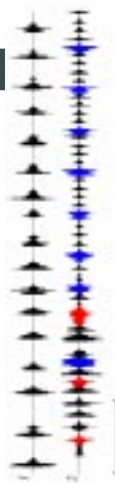
54

Любоваться цветением «альпийских роз» люди приезжают издалека.



60

Автор «Химии и жизни» стал первым человеком Земли, который умеет общаться с тетригидами.



# В номере

4

## ИНФОРМАУКА

О новом сверхъёмком водородном аккумуляторе, о кватаронах — переходной форме между газообразной и жидкой водой, о полезных для здоровья температурах ниже  $-100^{\circ}\text{C}$ , о компьютерном приборе кардиовизоре, который рисует на экране портрет больного сердца, и о том, как зарядить мобильный телефон от стакана спирта.

24

## ТЕХНОЛОГИИ

Самый большой дар природы — лес, и только он в условиях дефицита ископаемого топлива накормит человечество. Продуктами переработки целлюлозы могут стать не только традиционные спирт, фурфурол, кормовые дрожжи, патока и пищевая глюкоза, но и глюкозо-фруктозные сиропы, белковые изоляты, аминокислоты, витамины, жиры...

38

## РАЗМЫШЛЕНИЯ

Представление о том, что мы думаем именно мозгом, в истории познания возникло далеко не сразу. Главным кандидатом на роль вместилища души было, пожалуй, сердце — орган куда более симпатичный и отзывчивый, чем полтора литра студенистого вещества, заключенного в черепной коробке.

46

## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

В Интернете можно найти любую информацию. А можно провести исследование самого Интернета — и получить новую информацию о тех, кто живет в Сети.

### ФОТОИНФОРМАЦИЯ

**С.Алексеев**

ПУТЕШЕСТВИЕ В ЦАРСТВО ТЕНЕЙ, ИЛИ КАК СОБРАТЬ ПРОЛИТОЕ ..... 44

### ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

**Л.А.Ашкинази, М.Л.Гайнер, А.В.Кузнецова**  
НЕВОД, ЗАКИНУТЫЙ В СЕТЬ ..... 46

### СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

**И.И.Гольдфаин**  
КАУЧУК И ВОЙНА ..... 49

### ПОРТРЕТЫ

**Л.Н.Семенова**  
«БЕЗ ЖЕНЫ МНЕ ОТДЫХ НЕ В ОТДЫХ» ..... 50

### ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

**Т.А.Москалюк, Г.А.Комова**  
АЛЬПИЙСКИЕ РОЗЫ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА ..... 54

### ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

**А.А.Бенедиктов**  
ОБЩЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА С НАСЕКОМЫМИ ..... 60

### ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

**Ген. Меладзе**  
ШАПКА АСПИРАНТА. О ВРЕДЕ ДЕФИЦИТА ..... 62

### ФАНТАСТИКА

**Алекс Гарридо**  
СТРОИТЕЛЬ МОСТОВ ..... 67

### КСТАТИ, О ПТИЧКАХ

**О.Волошина**  
МОНИТОРИНГ НЕБОЖИТЕЛЕЙ ..... 73

ИНФОРМАЦИЯ 20, 52, 53, 64, 65

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ 22

РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ 36

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ 70

ПИШУТ, ЧТО... 70

ПЕРЕПИСКА 72



## ТЕХНОЛОГИИ

### Водородная копилка

Все рекорды побивают устройства для хранения водорода, которые разработали и запатентовали ученые из Академии перспективных технологий (Москва). Эти аккумуляторы созданы на основе микропористых структур, прежде всего микросфер и капилляров. Несмотря на кажущуюся хрупкость «начинки», устройство это прочно и надежно удерживает много водорода в маленьком объеме. Много — это более 45 г в литре. Между прочим, Департамент энергетики США планирует достичь этой емкости только в 2010 году ([achabak@mail.ru](mailto:achabak@mail.ru)).

Если говорить очень упрощенно, то действуют эти устройства так. Баллон-оболочку заполняют некой микропористой структурой. Это могут быть стеклянные микросферы или тонкие капилляры из специального пластика, легкого и прочного, например из поли-п-фенилентерефаламида, более известных как арамид, терлон, кевлар. Микросферы и капилляры внутри полые, а снаружи скреплены между собой материалом, проводящим электрический ток, — металлом, графитом или токопроводящим клеем.

Сначала баллон и его содержимое сильно нагревают и под давлением наполняют водородом. При этом водород проникает сквозь стеклянные и пластиковые стенки внутрь сфер и капилляров, заполняя их. Затем устройство охлаждают, а ценный газ остается в холодной ловушке — шариках или капиллярах. Разумеется, часть водорода остается и внутри баллона, в пространстве между микросферами.

Теперь, чтобы добыть водород, нужно просто нагреть эти микроконтейнеры. Для этого достаточно пропустить ток по материалу, скрепляющему капилляры или шарики. При этом вся микроструктура нагреется, и водород сможет просочиться из микроконтейнеров наружу. Сначала во внутреннее

пространство баллона, а из него — напрямую к двигателю. В результате такой аккумулятор позволяет в любой момент подавать водород из своеобразной буферной емкости — пространства между микросферами. А нагрев дает возможность эту емкость при необходимости подпитывать. Разрабатываются и другие технологии заправки и извлечения водорода из микроконтейнеров.

По мнению авторов, такие аккумуляторы-картриджи можно, например, устанавливать в контейнеры размером 20x20 см и длиной 1 м по 16 штук в каждый. В трех таких контейнерах вполне уместится от 4,3 до 6,35 кг водорода. При этом держать его там вполне безопасно. В отличие от баллонов, где весь газ хранится в одном общем объеме и если уж рванет — так весь сразу, здесь он распределен среди множества мельчайших объемов, и взрыв, во всяком случае сильный, практически исключен. Это немало важно, когда речь идет о водороде. Ведь тому, кто взорвался, машина уже не понадобится.



## ФИЗИКА МОЛЕКУЛ

### Кусочки воды

*Помимо трех известных фаз, вода обладает еще и четвертой фазой, скрытой от глаз. По расчетам члена-корреспондента РАН А.М.Асхабова из Института геологии Коми научного центра УрО РАН (Сыктывкар), водяной пар, прежде чем превратиться в жидкость, образует высокомолекулярные кластеры, представляющие собой новое состояние вещества ([xmin@geo.komisc.ru](mailto:xmin@geo.komisc.ru)).*

Более ста лет назад Ч.Вильсон установил, что водяной пар содержит электрически нейтральные кластеры водных молекул. Много позже ученые с помощью масс-спектрометрии подтвердили их существование и назвали кластерами «скрытой» фазы, или ква-

таронами. Однако согласно классической теории конденсации их по-прежнему не существовало. Спустя еще четверть века российский ученый А.М.Асхабов предложил новую модель конденсации воды и теоретически обосновал возникновение кватаронов. Рассчитав энергию, необходимую для их образования, А.М.Асхабов пришел к выводу, что в пересыщенном водяном паре могут самопроизвольно формироваться стабильные кластеры воды с радиусом от 0,3 до 0,6 нм (0,3 нм — диаметр одной молекулы  $H_2O$ ). Они могут быть полыми или плотными и содержат от 6 до 64 молекул.

В кватаронах действуют преимущественно ван-дер-ваальсовы связи, поэтому они имеют подвижную структуру и непрерывно меняют форму, которая зависит от числа молекул и степени пересыщения пара. Так, кластеры, состоящие из шести молекул, могут с равным успехом существовать в форме элца или октаэдров (энергетически эти формы почти эквивалентны). Более устойчивые структуры представляют собой правильные и полуправильные многогранники от октаэдра до икосаэдра, в вершинах которых располагаются молекулы воды. При пересыщении пара, близком к предельному, возникают полые кватароны из 60 молекул, а тетраэдры из четырех молекул образуются еще до наступления пересыщения. Плотно упакованные икосаэдрические кватароны могут наращивать оболочку и формировать так называемые магические кластеры, содержащие от 55 до 561 молекул воды.

Однако традиционные методы физики атмосферы не позволяют регистрировать кватароны, поэтому ученые просто игнорируют их существование — а напрасно. Полости кватаронов часто содержат инородные примеси. Даже у



самых маленьких кластеров диаметр внутренней полости равен 0,3 нм, и туда помещается небольшая молекула азота или углекислого газа. Поэтому кватароны атмосферного пара поглощают тепловое инфракрасное излучение.

Из-за малых размеров кватарон нельзя описать как мини-каплю или водяной пузырек, заполненный газом. По сути, это новое состояние вещества, к которому неприменимы обычные характеристики газообразного, жидкого или твердого состояния. Оно встречается только на наноуровне и представляет собой особую переходную форму между паром и жидкостью.

Существует несколько теоретически возможных способов слияния кватаронов. Конденсация кватаронов с радиусом 0,6 нм должна образовать аномальную «газообразную» фазу с плотностью 0,26 г/см<sup>3</sup>. Очевидно, что вода с такой плотностью — еще не жидкость в прямом смысле слова, но уже и не газ. При конденсации самых маленьких кватаронов с радиусом, равным размеру одной молекулы воды (0,3 нм), возникнет аномальная структурированная фаза, или «твердая» вода с высокой плотностью 2,12 г/см<sup>3</sup> (о ее регистрации российские ученые Б.В.Дерягин и Н.В.Чураев сообщили еще в 1971 году, однако доказательства существования такой воды пока остаются спорными). Кватароны с радиусами от 0,3 до 0,6 нм при конденсации сохраняют свою целостность, поэтому образуют структурированную воду. А.М.Асхабов предсказывает существование трех вариантов структурированной жидкой воды с плотностями 0,9017, 1,1232 и 1,0092 г/см<sup>3</sup>. Последний вариант, энергетически самый выгодный, возникает при конденсации полых кватаронов, содержащих 20–24 молекулы. Именно эта фаза наиболее близка к реальной воде, плотность которой при 0°C равна 0,997 г/см<sup>3</sup>. А есть еще неструктурированная жидкая вода, которая образуется при слиянии плотно упакованных магических кластеров.

Таким образом, обычная жидкая вода должна представлять собой смесь двух фаз, структурированной и неструктурированной. По мнению А.М.Асхабова, жидкая вода сохраняет некую «кватаронную» память — вкрапленные там и сям молекулярные многогранники.

## МЕДИЦИНА

# Оздоровление в холодильнике

*Криосауна, в которой человек охлаждается до минус 120–140°C, по мнению украинских ученых из Института проблем криобиологии и криомедицины (Харьков), поможет избавиться от многих болезней (crio@online.2,5 kharkov.ua).*

Цифра «ноль» на градуснике, от которой влево и вправо симметрично идут плюсовые и минусовые температуры, для всего живого вовсе не золотая середина. Белковым молекулам за отметкой +42°C уже грозит распад, но клетки организма остаются живыми и при –196 градусов, а человек способен получить удовольствие в криосауне при 140°. Правда, охлаждать клетки и целый организм нужно умеючи, по определенной технологии — чтобы не только не навредить, но и применить дары его величества холода с максимальной пользой.

Как это сделать, знают ученые Института проблем криобиологии и криомедицины НАН Украины, которые исследуют холод как инструмент воздействия на все процессы, происходящие в живых организмах. Один из новых инструментов — криосауна. Правда, расслабиться при температуре воздуха минус 120–140°C здесь вряд ли получится, но для здоровья, уверяют специалисты, она даже полезнее, чем привычная сауна.

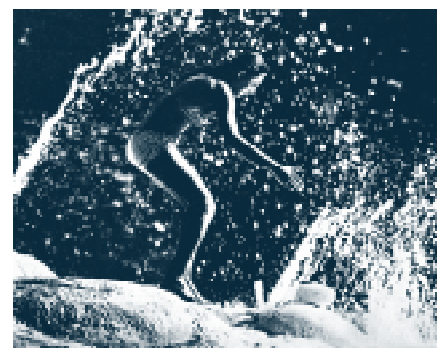
Криосауна разделена на три бокса. Пациент через шлюзы переходит из бокса в бокс, по минуте адаптируясь сначала к легкому морозцу в 10°, потом к серьезной стуже в 60°, чтобы в конце концов поблаженствовать при температуре минус 120–140°. В отличие от обычной сауны, посетителя предварительно осматривает врач, а инструктор обучает их правилам поведения. Для профилактики холодовых ожогов пациент-экстремал должен надеть специальную ротоносовую маску, защищающую органы дыхания, шерстяное белье, шапочку, носки, перчатки и войлочные тапочки.

В конце процедуры он тем же путем шлюзуется назад и выходит в предбанник. Пациент ни на секунду не остается один на один с небывалым в земных условиях холодом. Во время процедуры за ним наблюдают в иллюминатор врачи, по мере необходимости коррек-

тируя поведение по селектору. Датчики контролируют пульс, давление и дыхание. Ну а если уж человек запаникует или передумает отмораживаться, предусмотрена возможность мгновенного извлечения его из любого бокса.

Как показали исследования, такой холод при совершенно сухом воздухе — не будь он сухим, человек превратился бы в сосульку — полезен при многих заболеваниях, связанных с иммунодефицитом, при хронической усталости, депрессии, избыточном весе и просто для общего оздоровления. Кому-то хватает одного сеанса, а кому-то доктора пропишут и двадцать. Как правило, воздушная ванна дополняется и другими процедурами. «У меня захватило дух», «я будто с высоты прыгнул», «как с горы спустился», — делятся впечатлениями «попарившиеся» в космическом холоде, попивая после процедуры фиточай или блаженствуя под расслабляющим действием массажа.

Что же происходит в это время с организмом? «Идет активная перестройка работы разных органов и систем, — говорят специалисты. — Организм интенсифицирует обмен веществ и кислорода. За счет теплоотдачи он теряет до тысячи килокалорий в минуту и начинает актив-



но саморазогреваться. При этом повышается клеточный иммунитет и оптимизируется состав крови. Температурный стресс провоцирует выброс в организм гормонов радости, эндорфинов. Примерно то же происходит и при регулярном моржевании в ледяной воде, однако в криосауне и температура воздуха, и время пребывания назначаются врачами в соответствии с состоянием каждого конкретного человека. Недаром криобиологи называют пребывание здесь «управляемым моржеванием».

## ДИАГНОСТИКА

# Портрет больного сердца



Обычный терапевт, не кардиолог и не гений, прямо на приеме в поликлинике за несколько минут сможет выявить у пациента заболевание сердца, даже если заболевание только еще начинается. Правда, для этого ему придется воспользоваться прибором кардиовизором, который разработали ученые из подмосковного Зеленограда — сотрудники фирмы «БИОСС». Он поможет найти даже слабо выраженную патологию и нарисует портрет сердца — его компьютерную модель, на которой будут отчетливо видны пораженные участки ([tsergey@bioss.ru](mailto:tsergey@bioss.ru)).

Всякий, кому хоть однажды делали кардиограмму, знает, что процедура это не быстрая, причем во всех отношениях. Во-первых, надо раздеться, лечь и дожидаться, пока к тебе подсоединят массу датчиков. Но это еще полбеды. Полученную ЭКГ нужно еще расшифровать, то есть по полученным на ленте кардиографа пикам определить, как работает сердце. Сделает это уже не медсестра, которая ЭКГ записывала, а врач-специалист, и, возможно, только через несколько дней. Причем, если предынфарктное состояние и тем более инфаркт выявит любой кардиолог, то, например, ишемическую болезнь сердца, особенно на ранних ее стадиях, по ЭКГ не «поймает» даже более опытный его коллега. Понадобятся дополнительные обследования, возможно в стационаре. Время уйдет, и справиться с болезнью будет куда труднее.

Понятно, что главное в новом приборе — это программное обеспечение, которое и позволяет вытянуть необходимую для диагноза информацию из сигналов, прежде считавшихся «шумами». А эти слабые сигналы, как выяснилось, — тоже проявление работы миокарда, только зарегистрировать и тем более расшифровать их гораздо труднее, чем явно выраженные зубцы ЭКГ с большой амплитудой. Трудно, но можно — если поручить это компьютеру, оснащенный специальной программой. Разумеется, для этого понадобилась компьютерная модель сердца, которую авторам также удалось создать.

Чтобы компьютер знал, какие сигналы следует считать нормой, а какие — патологией, его сначала долго учили. Записывали ЭКГ заведомо здоровых людей и пациентов с точно доказанным диагнозом и выявляли разницу — анализировали полученные результаты. Дело это трудоемкое, но того стоило, потому что достоверность диагностики с помощью прибора, который в конечном счете получился, достигает 75–85%, и это, заметим, в случаях сложных, когда обычный кардиограф практически бессилён.

Как ни странно, при высокой сложности прибора сама процедура для пациента в результате упрощается. Раздеваться уже не придется, ложиться тоже: датчики нужны только на руках и ногах. Посидеть с датчиками придется всего пару минут, за которые кардиовизор запишет сигнал, расшифрует его и даже покажет результат на дисплее компьютера. Это будет цветной портрет сердца, на котором здоровое сердце изображено в серо-зеленых тонах, а вот участки с патологиями — в розово-красных или желтых, в зависимости от заболевания.

В дополнение к портрету прибор может выдать и автоматическое заключение, в котором укажет, насколько показатели работы сердца отклоняются от нормы. В итоге всего за несколько минут врач получит возможность выявить, скажем, ишемическую болезнь сердца у пациента, которая еще только развивается, причем незаметно, чтобы потом, набрав силу, выбить человека из привычного ритма жизни, если не из самой жизни. А с кардиовизором у нее этот номер не пройдет!

## БИОФИЗИКА

# База потенциальной опасности

*О возможном вреде мобильных телефонов написано уже много. Но ученые в своих исследованиях обращали главное внимание на сами «трубки», практически упустив из виду базовые станции мобильной связи. Специалисты ГНЦ Института биофизики МЗ РФ и Центра электромагнитной безопасности оценили электромагнитную обстановку вокруг базовых станций подвижной радиосвязи. Хотя уровень электромагнитного поля радиочастотного диапазона, создаваемый этими станциями, ока-*

*зался ниже международных и отечественных стандартов, недостаток научных знаний не позволяет гарантировать безопасность людей, животных и растений в условиях постоянного длительного действия электромагнитного поля ([yugrigror@rol.ru](mailto:yugrigror@rol.ru); [cems@mail.ru](mailto:cems@mail.ru)).*

Ученые провели 1345 измерений и получили данные об электромагнитной обстановке, создаваемой 220 базовыми станциями сотовой радиосвязи. Антенны этих станций установлены на крышах жилых и производственных зданий, на пристройках разной высоты и на отдельно стоящих мачтах и трубах. Поверхностная плотность потока энергии (ППЭ) электромагнитного поля, создаваемого базовыми станциями, по распоряжению Минздрава РФ не должна превышать 10 мкВт/см<sup>2</sup>. Средние значения ППЭ в помещениях и на открытом месте в радиусе 300 м вокруг антенн базовых станций эти цифры не превышают, причем безопаснее всего находиться на крышах и внутри зданий, где установлены антенны. Но максимальные значения ППЭ вблизи антенн могут значительно превышать средние показатели, да и сама величина ПДУ не вызывает доверия у московских биофизиков.

Эксперименты, в ходе которых были установлены существующие нормы, проводили еще в 1984 году. При этом не учитывалось влияние очень низких ППЭ и реальных режимов работы базовых станций. Ученые не исследовали действие электромагнитного поля на половозрелых животных, не оценивали влияние, которое могут оказать на биологический эффект электромагнитного поля другие факторы внешней среды. Иными словами, существующие нормы не позволяют сделать достаточно обоснованного заключения о безопасности базовых станций.

Немногочисленные исследования, проведенные в последние годы в разных странах, свидетельствуют о том, что хроническое воздействие электромагнитных полей радиочастот при определенных условиях может как стимулировать, так и угнетать рост растений, размножение зверей и насекомых, в том числе вредителей, изменять активность почвенных микроорганизмов и восприимчивость растений к грибковым заболеваниям. Живые организмы в процессе эволюции приспособились к определенному уровню ЭМП, однако его быстрое и непрерывное повышение и





## ЭНЕРГЕТИКА

# Мобильник на спирте

*Где угодно можно будет подзарядить мобильный телефон с помощью небольшого портативного устройства, которое разработали сотрудники Института водородной энергетики и плазменных технологий РНЦ «Курчатовский институт». Чтобы оживить обесилевший мобильник, ему понадобится только немного спирта, и с электричеством проблем не будет (ecl-hepti-kiae@yandex.ru).*

повсеместное распространение может подорвать их адаптационные возможности. С момента бурного развития сотовой связи прошло еще слишком мало времени, и ученые пока не могут оценить долговременные последствия хронического воздействия поля, но у них есть основания думать, что последствия эти будут нерадостны.

Испанские и французские исследователи опросили людей, проживающих вблизи базовых станций, и получили множество жалоб на тошноту, головную боль, раздражительность и утомляемость, расстройство памяти, зрения и сердечно-сосудистой системы и прочие недомогания. Правда, эти жалобы не были подкреплены клиническими исследованиями, но основания для беспокойства у людей есть. Как говорит один из авторов исследования Ю.Г. Григорьев, проблема электромагнитной безопасности — это проблема психосоциальная. Недостаток информации провоцирует конфликты. Во многих случаях ученые и правительство рады бы предоставить информацию, но сами ею не располагают. В результате в некоторых странах, в том числе и в некоторых городах России, люди боятся за свое здоровье, не выносят самого вида антенн и активно протестуют против установки базовых станций вблизи своих домов. В 1995 году Всемирная организация здравоохранения ввела термин «глобальное электромагнитное загрязнение окружающей среды» и включила эту проблему в перечень приоритетных для человечества.

По мнению ВОЗ, которое поддерживают и российские исследователи, в отношении базовых станций мобильной связи следует придерживаться предупредительного принципа, то есть принимать все возможные защитные меры вне зависимости от того, представляют эти станции вред для здоровья или нет. Это единственный разумный выход.

В эту ловушку хоть раз да попадал каждый владелец мобильного телефона. Зачастую единственное средство связи без подзарядки превращается в бесполезную пластиковую коробочку. А что делать, если до вожденной розетки десятки, а то и сотни километров или розетка есть, а электричество отключили? Как быть тем, кто по роду деятельности месяцами работает, что называется, в поле или районах с нарушенным энергоснабжением — например, сотрудникам МЧС? Понятно, что нужен независимый источник энергии, в идеале — компактный, легкий и долговечный. Каким он будет?

Свое решение проблемы предложили сотрудники Института водородной энергетики и плазменных технологий РНЦ «Курчатовский институт». Топливный элемент, который они разработали, удивительным образом превращает в электричество раствор спирта — этилового или метилового. Опытный образец этого устройства авторы продемонстрировали на выставке «Водородные и альтернативные технологии для производства энергии», прошедшей в феврале в рамках Международного форума «Водородные технологии для производства энергии».

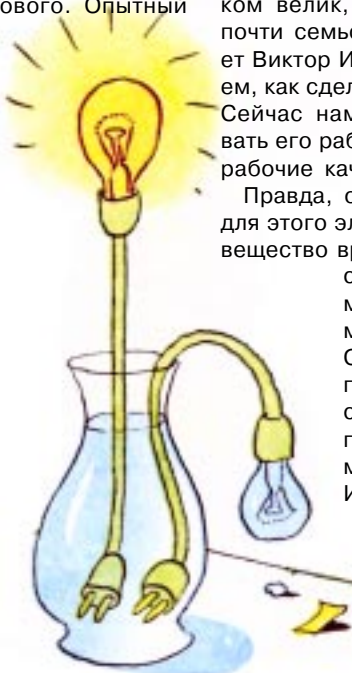
Несмотря на неказистую внешность и не очень выигрышное место в экспозиции, элемент этот привлек огромное внимание. Достаточно всего четверти стакана разбав-

ленного спирта, чтобы устройство выдавало напряжение на выходе в 3,2 В в течение десяти (!) часов. Мало — можно подлить еще, и так пока спирт не кончится. Разумеется, от такой «электростанции» чайник не вскипятишь, мощность у нее всего 350 мВт. Но для мобильного телефона или ноутбука как раз хватит.

Пока весь элемент состоит из восьми одинаковых ячеек, соединенных вместе в один плоский корпус размером 13x13 см общей толщиной чуть меньше полутора сантиметров. Специальная ионообменная мембрана, сделанная в Санкт-Петербурге, разделяет анод, на котором спирт и вода разлагаются с образованием углекислого газа и протонов, и катод, на котором ионы водорода взаимодействуют с кислородом воздуха, образуя воду. В результате этих реакций выделяются электроны, столь необходимые для работы телефонов и прочих энергозависимых прелестей цивилизации.

Понятно, что обе реакции не идут без катализаторов, изготовить которые удалось сотрудникам ИВЭПТ. Это мелкодисперсный металл, нанесенный на специальный углеродный носитель: на катоде — платина, на аноде — платина, рутений и олово. Да и принцип работы такого элемента давно известен, тут никакой новости нет. Другое дело, что сделать его пока не удавалось. «Японцы еще полтора года назад объявили, что выпускают в продажу, но что-то пока об этом не слышно», — говорит руководитель работы начальник группы В.И. Костин. «Конечно, опытный образец, который мы показываем, далек от совершенства. Он пока слишком велик, довольно тяжел — весит почти семьсот граммов, — продолжает Виктор Иванович. — Но мы уже знаем, как сделать его более компактным. Сейчас нам важно продемонстрировать его работоспособность и высокие рабочие качества».

Правда, остается вопрос о топливе для этого элемента. Пока это метанол, вещество вредное. В принципе можно сделать аналогичный элемент на этаноле, но и тут могут возникнуть сложности. Одно пить явно нельзя, другое — можно и очень хочется, и как с этим быть — непонятно. Впрочем, проблемы ментальности инженеры ИВЭПТа решать не берутся.



# Плазменные пляски пыли

*Казалось бы, какая структура может быть у плазмы — раскаленного облака заряженных частиц? Оказывается, может. Для этого надо добавить в плазму пылинки. Исследователи утверждают, что наблюдение за жизнью пылевых структур столь же занимательное занятие, как рассматривание языков пламени или струй падающей воды. О первых экспериментах с пылевыми, или, как их еще называют, кулоновскими, кристаллами мы рассказывали в апрельском номере за 1998 год. С тех пор ученые сумели отгадать некоторые загадки, связанные с этими необычными образованиями, обнаружив, впрочем, немало новых. О том, что сегодня происходит в этой передовой области научного знания, речь пойдет в статье академика В.Е.Фортова, директора Института теплофизики экстремальных состояний РАН (ИТЭС).*



**Практически идеальный кристалл из частиц пыли**

## Пыль в плазме

Если в плазме, то есть ионизованном газе, который содержится, например, в любой лампе дневного света, оказываются частицы пыли, то возникает интереснейшее состояние вещества — пылевая плазма. Ее поведение столь необычно, что привлекает к себе внимание многих исследователей, и сегодня по этой проблеме публикуется в среднем одна научная статья в день. Впервые в лабораторных опытах плазму из пыли обнаружил И.Ленгмюр в 1924 году. Но лишь в 1994 году в разных лабораториях мира практически одновременно заметили чудесную способность пылинок образовывать строго упорядоченные структуры, обладающие столь высокой степенью симметрии, что их назвали «пылевыми кристаллами».

Вообще пыль и пылевая плазма широко распространены в природе. То и другое присутствует в планетных кольцах, хвостах комет, в межпланетных и межзвездных облаках. Пылевую плазму обнаруживают и около космических аппаратов, и в термоядерных установках с магнитным удержанием. На Земле пылевая плазма пока что в основном доставляет людям неприятности. Яркий пример — микроэлектроника. Специалисты-электронщики знают, что заметная доля загрязнения поверхности кремниевых

плат при производстве полупроводниковых элементов — это неизбежное следствие использования технологий плазменного травления и напыления. В наиболее распространенных плазменных установках все частицы заряжаются отрицательно и зависают вблизи одного из электродов, а после выключения разряда осаждаются на поверхность подложки. Чтобы избавиться от связанного с пылинками брака микросхем, необходимы огромные усилия и немалые дополнительные затраты.

Сейчас исследования пылевой плазмы ведут в трех основных направлениях. Это кристаллизация и фазовые переходы в пылевых системах, механизмы возникновения заряда на поверхности частиц и всевозможные волны в пылевой плазме.

## Электрический дирижер

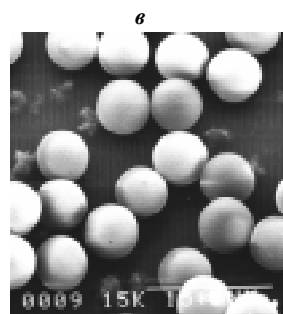
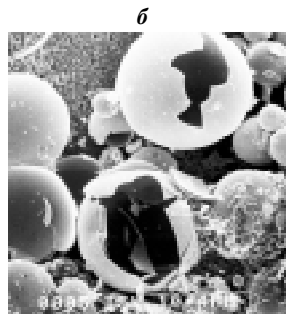
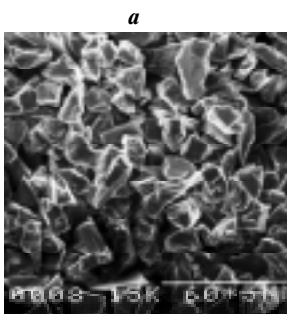
Главная причина, по которой пылинки в плазме могут образовывать какие-то структуры, — электрический заряд на их поверхности. Благодаря ему возникает кулоновское взаимодействие, и именно заряженные частицы стремятся разлететься друг от друга. Однако со всех сторон их окружают препятствия — стенки камеры или электрические поля. В результате частицы равномерно за-

полняют все свободное пространство — так они оказываются примерно на равном расстоянии друг от друга, и силы отталкивания, действующие в разных направлениях от различных соседей, компенсируют друг друга.

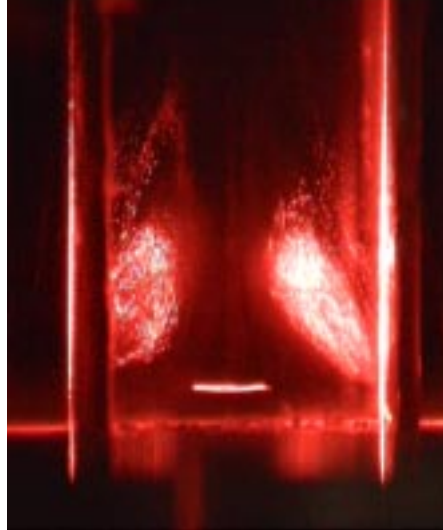
Такой взгляд на пылевую плазму хорош лишь в первом приближении. На самом деле в игре участвует еще несколько сил. На Земле главная среди них — это сила тяжести, которая вызывает сильную анизотропию плазмы. Поэтому протяженные структуры из пылинок получить не удается; обычно упорядочение структуры происходит в плоскости. Сила тяжести в космосе отсутствует, так что эксперименты на борту орбитальных космических станций должны дать (и действительно дают) наиболее интересные сведения о поведении больших систем пылинок с электрическим зарядом.

Заряд пылинки берут из плазмы, в которой присутствует три типа частиц: электроны, ионы и нейтральные атомы. Столкнувшись с пылинкой, и электроны, и ионы могут к ней присоединиться и передать свой заряд. Поток более легких частиц, электронов, гораздо интенсивнее, поэтому заряд пыли, как правило, оказывается отрицательным. Он достаточно велик: у пылинок микронных размеров — сотни элементарных зарядов, а у крупных частиц диаметром в десятки микрон он может достигать и миллиона зарядов электрона.

Источником заряженных частиц могут быть и сами пылинки. Во-первых, электроны с их поверхности вылетают при освещении ультрафиолетом за счет фотоионизации. Как правило, это происхо-



**Исполнители главных ролей: угловатые частицы оксида алюминия (а), стеклянные сферы (б) и одинаковые шарики из полимера (в)**



*Так облако пыли пляшет в стационарном газовом разряде, распаясь порой на вихри и пластины*



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

дит при энергии фотонов от 6 до 12 эВ. Именно такой способ использовали во время первых экспериментов с плазменно-пылевыми структурами в невесомости, которые ученые ИТЭСа совместно с РКК «Энергия» поставили в 1998 году на борту орбитального комплекса «Мир». Во-вторых, нагревая частицы, можно добиться от них термоэлектронной эмиссии. В-третьих, это может быть вторичная эмиссия электронов в результате бомбардировки поверхности пылинки достаточно быстрыми первичными электронами (если их энергия лежит в пределах 0,2–0,4 эВ, каждый из них способен выбить до четырех вторичных электронов). Все эти процессы тоже сказываются на зарядах пылинок. А поскольку заряд и определяет их поведение, сложность его получения приводит к

сложностям в понимании и предсказании поведения пылевой плазмы.

Измерения показывают, что по мере увеличения энергии электронов плазмы сначала, как положено по теории, растет отрицательный заряд пылинок. Когда возникает вторичная электронная эмиссия, этот заряд начинает уменьшаться. При фотоэлектронной зарядке частицы вообще приобретают положительный заряд в десятках тысяч элементарных зарядов.

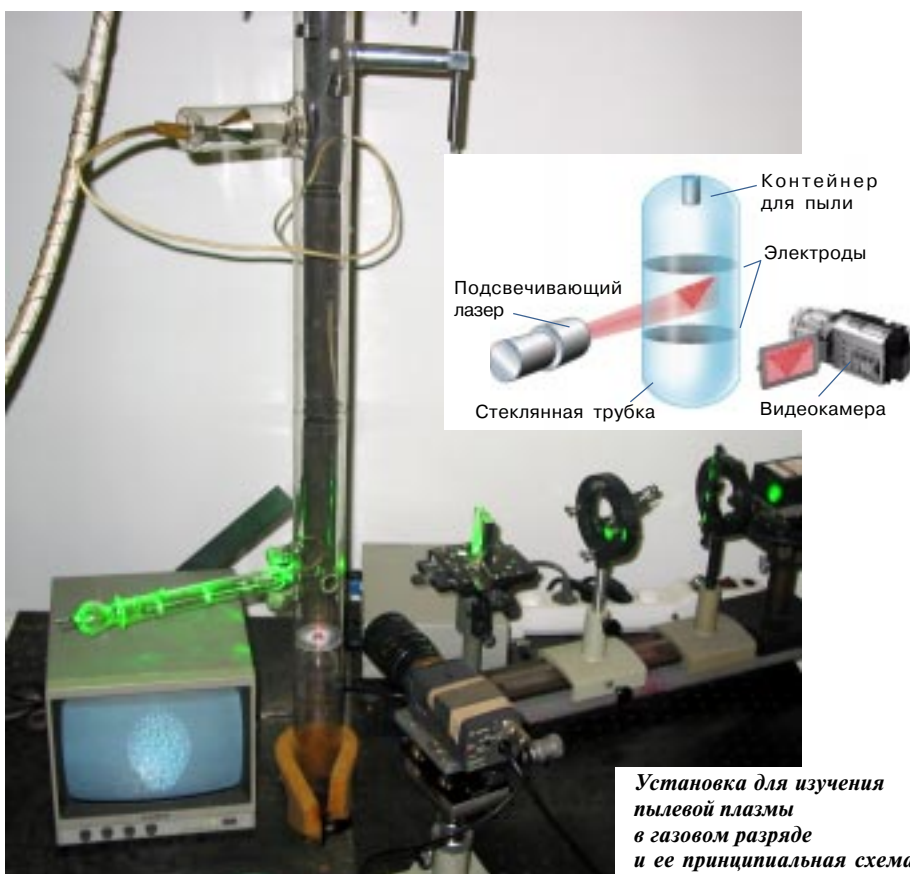
## Порядок плазменных частиц

Поговорим немного о тех параметрах, которые помогают описать поведение пылевой плазмы. Первый из них — длина экранирования плазмы, или радиус Дебая, хорошо известный химикам из

теории электролитов. Его смысл таков. Поскольку вокруг заряженной пылинки собираются другие заряженные частицы, например ионы, возникает экранировка заряда. В результате пылинки взаимодействуют друг с другом не так, как положено по закону Кулона, когда потенциал равен заряду, деленному на расстояние, а по закону Дебая—Хюккеля, где добавлен множитель, который быстро (по экспоненте) убывает с ростом расстояния. Это расстояние нормировано на радиус Дебая, то есть на границе сферы такого радиуса экспонента резко замедляет свое падение. Отсюда следует, что, когда концентрация пылинок (или параметры плазмы, от которых зависит радиус Дебая) переходит через некоторое критическое значение, их энергия должна существенно меняться. А от этого, точнее, от соотношения потенциальной и кинетической энергии как раз и зависит способность частиц собираться в упорядоченные структуры. Это соотношение называется степенью неидеальности плазмы.

Так два параметра — степень неидеальности пылевой плазмы и среднее расстояние между частицами, нормированное на радиус Дебая, — стали теми координатами, в которых строят диаграмму фазового равновесия. И как показал расчет, в пылевой плазме может быть три основных типа структур: жидкость, объемноцентрированная кубическая (ОЦК) и более плотная гранецентрированная кубическая (ГЦК) решетки. Граница между последними проходит как раз в том месте, где расстояние между частицами пыли равно двум радиусам Дебая: если расстояние меньше, то есть пылинки не экранированы, получается решетка ОЦК, в противном случае — ГЦК. Нагрев, то есть увеличение кинетической энергии движения частиц пыли, любую из этих структур превращает в жидкость.

Эксперименты с пылевой плазмой проводят несколькими способами, и каждый из них дает упорядоченные структуры. Впервые плазменно-пылевой кристалл обнаружили в высокочастотном емкостном разряде низкого давления в инертном газе. На нем мы и остановимся. При таком типе разряда плазму создают, подавая на нижний электрод электрический сигнал высокой частоты. Из-за особенностей схемы такой установки этот электрод в среднем за период колебания сиг-



*Установка для изучения пылевой плазмы в газовом разряде и ее принципиальная схема*

нала оказывается положительно заряженным, и зарядившиеся пылинки начинают зависать вблизи его поверхности. Чтобы их удержать в горизонтальном направлении, на электроде устанавливают металлическое кольцо.

Обычно в установке оказывается до сотен тысяч частиц, которые дают хорошо упорядоченную структуру. Она состоит из нескольких (от одного до десятков) горизонтальных слоев. В каждом слое частицы упорядочены в наиболее плотную гексагональную укладку, а по вертикальной оси расположены строго друг над другом, формируя кубическую решетку. Получается, что на Земле не удастся достичь реальных трехмерных структур — кристаллы выходят квазидвумерными. Это напрямую связано с действием силы тяжести. Для левитации пылинок нужно сильное электрическое поле, которое возможно лишь вблизи поверхности электрода. А там оно весьма анизотропно, да и ионы в нем начинают двигаться со сверхзвуковыми скоростями. Внешние силы, действующие на пылинку, оказываются сопоставимыми с силами межчастичного взаимодействия. Поэтому пылевое образование получается неоднородным, сильно сжатым в вертикальном направлении, и сравнивать их поведение с поведением теоретической дебаевской системы частиц трудно. Для более «чистых» экспериментов надо лететь в космос. Однако и на Земле с помощью пылевой плазмы можно изучить интересное явление: фазовый переход из кристаллического в неупорядоченное состояние. Причем, поскольку наблюдать плазменный кристалл гораздо проще, чем кристалл из атомов, с помощью такой модели удастся разглядеть динамику фазового превращения.

## Распад порядка

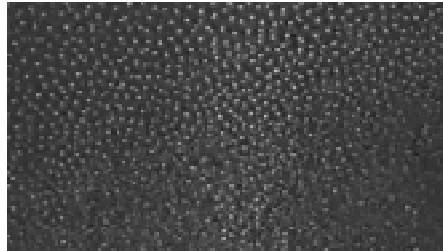
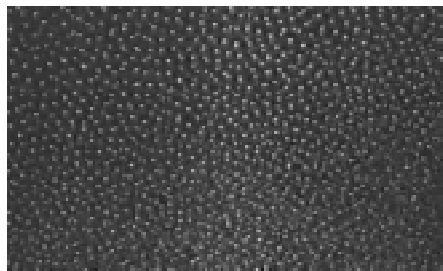
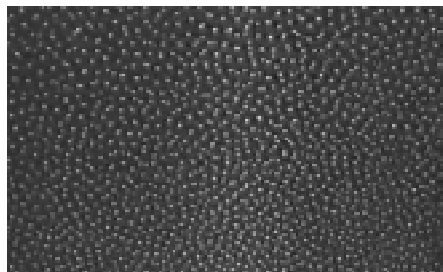
Плавление кристаллической решетки пылевых частиц можно вызвать разными способами. Например, увеличение энергии системы неизбежно разрушает порядок, ведь частицы движутся быстрее.

Когда кинетическая энергия пылинок становится слишком большой, начинается плавление, и тут можно насчитать несколько этапов. Сначала частицы сохраняют порядок в горизонтальной плоскости и стоят строго друг над другом в вертикальной. Однако они колеблются у этих положений равновесия со все большей амплитудой. В местах дефектов кристаллической решетки амплитуды становятся огромными. На втором этапе кристалл превращается в островки порядка, между которыми текут потоки: пылинки совершают систематические направленные перемещения. Кроме того, некоторые пылинки покидают свои слои и перемещаются в вертикальном направлении. Этап «островов и потоков» сменяется «вибрационным» режимом.

При нем площадь областей с потоками уменьшается, ориентационный порядок частиц возрастает, и в то же время частицы начинают колебаться во всех трех направлениях, увеличивая амплитуду. Вертикальные миграции частиц также усиливаются. И наконец, на четвертом этапе всякий порядок пропадает, частицы начинают почти свободно блуждать по плазменному облаку.

Может показаться, что пылевая плазма — некое застывшее образование, способное только к упорядочению и разупорядочению. Это совсем не так. Частицы в ней живут бурной жизнью. Ее главное проявление — самопроизвольное возникновение волн плотности пылевой плазмы. Этот красивейший феномен лучше всего проявляется в плазме тлеющего разряда постоянного тока, который горит в люминесцентных лампах. Как правило, частота колебаний таких волн составляет несколько герц, а скорость распространения — несколько сантиметров в секунду. Для того чтобы возникли колебания, нужно совершить некое воздействие на систему пылинок. Например, сформировать сильно упорядоченную структуру, а потом уменьшить давление газа в лампе ниже критического значения. Другой способ — вбросить в плазму дополнительные частицы.

Причину возникновения колебаний обычно объясняют так. Частицы левитируют в разряде за счет баланса электростатической силы и силы тяжести. При распространении колебаний заряд испытывает вариации, связанные с возмущением плотности электронов и ионов. При определенном соотношении между



фазами возмущения заряда и скоростью пылинок последние будут получать энергию от электрического поля разряда, что приводит к раскачке колебаний.

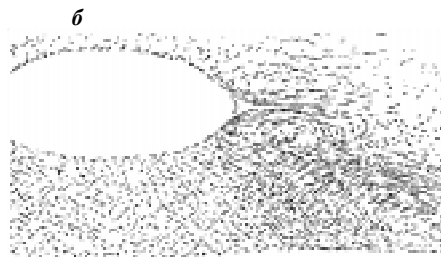
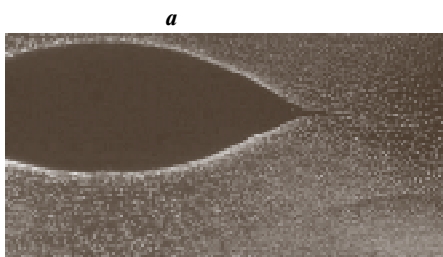
Эксперименты с тлеющим разрядом постоянного тока проводят в неоне, гелии, воздухе и других газах при низком давлении газа и разрядных токах от долей миллиампера до нескольких миллиампер. Наблюдения структур пылевых частиц ведут в положительном столбе тлеющего разряда со стоячими стратами — неподвижными зонами неравномерной светимости, регулярно чередующимися с темными промежутками (характерный масштаб — несколько сантиметров). Электрическое поле относительно велико в голове (светящейся части) страты и мало вне этой области. Таким образом, в голове каждой страты располагается электрическая ловушка, которая при вертикальном положении разрядной трубки способна удержать частицы.

В положительный столб разряда вводят микронные частицы, которые видны как облако в центре страты. Обычно наблюдается одновременно несколько облаков частиц (трехмерные структуры) в соседних стратах. В вертикальной плоскости частицы формируют цепочки (одномерные структуры). В случае малых частиц увеличение их числа может приводить к появлению структур, где сосуществуют различные области: сильного упорядочивания (плазменные кристаллы), с конвективным и колебательным движением частиц (плазменно-пылевая жидкость). При этом, как правило, в нижней части структуры наблюдаются колебательные движения частиц в вертикальном направлении (волны плотности частиц).

В пылевой плазме можно создавать и солитоны, то есть уединенные волны. В экспериментах, выполненных в ИТЭСе, впервые такие волны были получены в пылевой плазме тлеющего разряда постоянного тока. Для возбуждения волн используется магнитное поле, создаваемое импульсом тока в плоской катушке, намотанной по спирали вокруг трубки. При включении импульса магнитного поля страта уходит вверх за время, меньшее длительности одного видеокadra (1 мс). Левитирующие пылевые частицы не успевают двигаться вместе со стратой, они теряют равновесие и начинают падать. По мере уменьшения тока в катушке страта возвращается и «подхватывает» падающие пылевые частицы. Поскольку область с сильным электрическим полем доходит до нижних частиц позже, чем до верхних, плазменно-пылевая структура растягивается. Верхние частицы быстро приобретают исходную

### *Плавление кристалла.*

*На этих последовательно снятых кадрах разрушение порядка идет из нижнего правого угла к левому верхнему*



**Структура облака пылевой плазмы в невесомости (а) весьма необычна, что связано со сложными движениями частиц. Сфотографировав облако камерой с большим временем задержки (б), можно распознать траектории этого движения. Оказывается, на периферии облака расположены торообразные вихри (оси которых перпендикулярны плоскости изображения), а в средней части частицы почти неподвижны**

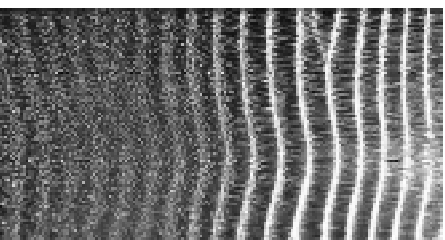
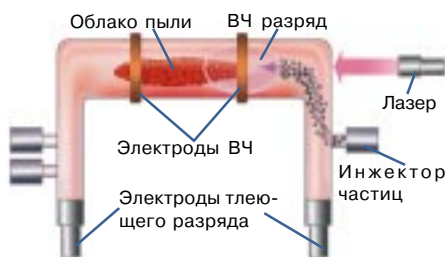
конфигурацию, в то время как в нижней части довольно долго наблюдается разрежение, и между областями с разной плотностью пылевых частиц формируется резкая граница — фронт уединенной волны.

### Сила ионного увлечения

Среди сил, действующих на частицу в плазме, нужно выделить одну, достаточно необычную — силу ионного увлечения. Она возникает в результате передачи импульса от плазменной частицы пылевой. Эту силу создают и электроны, столкнувшиеся с частицей, однако из-за того, что масса иона гораздо больше массы электрона, именно ионная сила выходит на первый план. Ион может толкнуть пылинку, не только врезавшись в нее, но и просто пролетев мимо на достаточно близком расстоянии, воздействуя электрическим полем.

То, что сила ионного увлечения может играть значительную роль в самых разных процессах, ученые поняли еще до начала активных лабораторных исследований пылевой плазмы. Ныне считается установленным, что ионное увлечение влияет на расположение и конфигурацию пылевых структур (или даже определяет их); отвечает за вращение пылевых кла-

#### Схема эксперимента с волнами в плазме



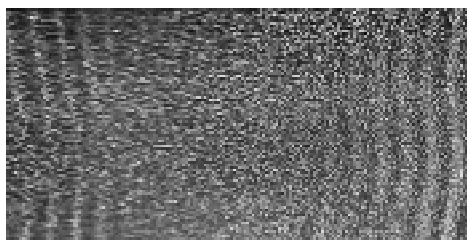
стеров в магнитном поле; влияет на дисперсию низкочастотных волн в плазме; в условиях невесомости инициирует образование войда — свободного пространства в центре пылевого облака. Все это указывает на то, что оценки величины этой силы и ее зависимости от параметров пылевой плазмы достаточно важны. Однако самосогласованная модель, способная описать все существующие ситуации, до настоящего времени не создана. Это не случайно: мы не знаем ни деталей столкновений ионов с нейтральными атомами в окрестностях пылинок, ни точного распределения потенциала в окрестностях частицы. Не можем точно учесть и влияние соседних пылинок. Поэтому при расчетах приходится ограничиваться лишь некоторыми частными предельными случаями.

### Частицы в невесомости

Одно из новых направлений исследования пылевой плазмы — эксперименты, которые проводят на борту космических аппаратов. Первые, поставленные на станции «Мир» в 1998 году, выглядели так. Стеклообразную ампулу с частицами бронзы, покрытыми слоем цезия, освещали солнечным светом. Из-за фотоэффекта частицы приобретали заряд и разлетались к стенкам ампулы. В этих опытах никакого порядка заметить не удалось. Следующий опыт, тоже с бронзовыми частицами, проводили в разряде постоянного тока: там возник ближний порядок, свойственный жидкостям.

Уже на борту МКС заработала российско-германская лаборатория «Плазменный кристалл», где действует радиочастотный разряд. Эксперименты, кото-

**Так пылевые солитоны исчезают и возрождаются вновь при прохождении сквозь них облака частиц**



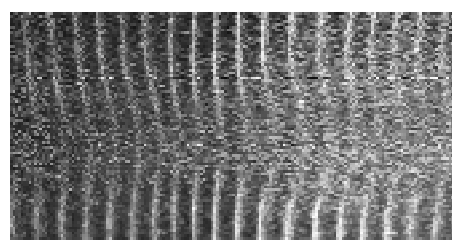
## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

рые проводили в аргоновой плазме, показали, что плазменный кристалл в невесомости ведет себя совсем не так, как на Земле. Прежде всего в центральной части разряда возникает пустота — область, в которой вообще нет пылинок. Это означает, что там действует какая-то сила, направленная от центра к периферии, причем ее величина превосходит электростатическую силу. Не исключено, что это та же самая сила ионного увлечения.

При определенных условиях в области наибольшей упорядоченности пыли — центральной нижней части облака — наблюдают сосуществование трех типов решеток: гранецентрированной, объемноцентрированной и гексагональной плотноупакованной. В то же время вертикального выстраивания частиц замечено не было.

В июне 2005 года на МКС с помощью внешнего низкочастотного электрического поля удалось создать изотропные трехмерные плазменно-пылевые структуры. Тогда же впервые удалось исследовать фазовый переход плазменной жидкости в газ, а также изучить положения критических точек на фазовых диаграммах пылевой плазмы.

Микрогравитацию можно создать не только на спутнике, но и в самолете, который летит по параболической орбите. Эксперименты с пылевой плазмой в этих условиях ИТЭС проводит совместно с Институтом Макса Планка во внешней физике. Объект изучения — волны, которые возникают в плазме. Опыт выглядит так. В стеклянной трубке при низком давлении создают тлеющий газовый разряд, а в центральной ее части с помощью дополнительных электродов формируют еще и высокочастотный разряд. Благодаря ему в пылевой плазме образуются солитоноподобные структу-

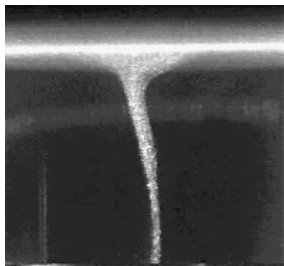




ры — чередующиеся области разрежения и сгущения частиц. Эти структуры очень устойчивы: если пропустить через них поток новых частиц, солитоны сначала разрушатся, а потом возникнут вновь на тех же местах.

## Плазма, возбужденная частицами

Ядерно-возбуждаемая пылевая плазма возникает при прохождении через вещество продуктов ядерных реакций. Плазменные сгустки образуются в узкой окрестности трека заряженной ядерной частицы, причем диаметр трека много меньше его длины. Один осколок деления создает в треке до нескольких миллионов электрон-ионных пар, а одна альфа-частица — до нескольких сотен тысяч. На пылевые частицы, попавшие в



*Вихрь в пучке протонов*

*Вихрь из частиц, возбужденных осколками деления радиоактивного изотопа*

ядерно-возбуждаемую плазму, направлены потоки электронов и ионов. Вследствие большой разницы в подвижности и энергиях поток электронов на частицу значительно превышает поток ионов, и она начинает заряжаться отрицательно. Однако в большинстве случаев энергии ядерных частиц достаточно, чтобы прострелить насквозь макрочастицу радиусом в несколько микрон. В результате заряд макрочастицы (вследствие вторичной электронной эмиссии) может резко измениться не только по величине, но и по знаку.

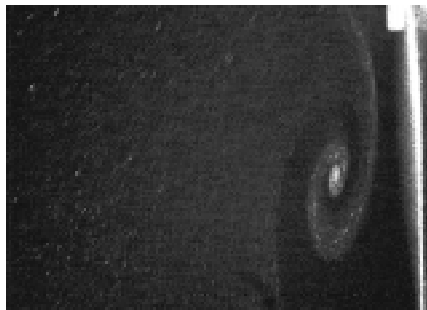
Первые эксперименты с ядерно-возбуждаемой пылевой плазмой были выполнены ИТЭСом совместно с обнинским Физико-энергетическим институтом им. А.И.Лейпунского для двух ее типов. В одном для создания плазмы используется явление электронного бета-распада. Для этого в канале ядерного реактора активировали частицы двуокиси церия, после чего они становятся бета-активными. Этот опыт давал упорядочен-

ные структуры жидкостного типа. В другом случае заряды на мелкодисперсных твердых частицах появляются при прохождении через вещество альфа-частиц и осколков деления ядер калифорния-252. В таких экспериментах наблюдались интересные конусообразные жидкостные структуры из пылевых частиц. Управляя ими, можно попытаться сделать своего рода пылесос для удаления пылинок из установки.

Еще один интересный эксперимент ученые тех же двух институтов провели с пучком ускоренных протонов. Для такой плазмы характерна трековая структура: быстрые заряженные частицы, проходя через вещество с большой начальной скоростью (больше  $2,18 \times 10^8$  см/с), вызывают появление электронно-ионных пар вблизи своей траектории.

Эксперименты проводились на ускорителе ЭГ-2.5 Физико-энергетического института. Горизонтальный пучок протонов с энергией 2 МэВ направляли внутрь экспериментальной ячейки, заполняемой различными газами (неоном, криптоном, ксеноном). В ячейке располагался электрод, на который подавали постоянный потенциал положительной или отрицательной полярности для создания электрического поля.

Оказалось, что при отрицательном потенциале в несколько сотен вольт возникали протяженные области без пыле-



вых частиц, тем более ярко выраженной, чем выше величина потенциала. Когда на электрод подавали положительный потенциал, эта область заполнялась пылинками. При уменьшении давления пылевые частицы формировали вблизи электрода и ниже пучка протонов красивый вихрь.

## Путь к пылевой батарее

Наличие пыли в плазме не всегда приводит к нежелательным последствиям, как при получении микросхем. Порошки, синтезируемые по плазменным технологиям, могут обладать очень интересными свойствами: так, их частицы малы, но обладают одинаковыми размерами. Более того, теперь на поверхности таких пылинок удается наносить покрытия или активировать их какими-то другими способами. В результате получается порошок с очень специфическими свойствами. Другое направление использования пылевой плазмы — получение тон-

ких пленок с включениями наночастиц.

Одно из наиболее интересных применений пылевой плазмы — создание автономных источников тока с ресурсом в несколько лет для космических аппаратов или автоматических метеостанций. В них энергию получают от радиоактивных элементов, испускающих бета- или альфа-частицы. Это ионизирующее излучение возбуждает газ, он дает ультрафиолет, который фотоэлементы превращают в электричество. При правильном подборе газа КПД такого преобразования достигает 70%. Но для этого нужно получить как можно большую поверхность радиоактивного вещества. Один из способов — разместить его на поверхности чрезвычайно пористого аэрогеля. И все же оптимальным решением представляется плазменный кристалл: с его помощью удастся наилучшим образом разместить в пространстве множество мелких частиц, чтобы они равномерно возбуждали молекулы светящегося газа.

Как бы то ни было, понимание наблюдаемых эффектов, а также возможных применений кристаллов из пылевой плазмы требует тщательнейших исследований фундаментальных проблем: механизма зарядки пылинок, особенностей взаимодействия их друг с другом и с окружающей плазмой, а также происхождения сил, которые вызывают упорядочение и прочие интересные эффекты.

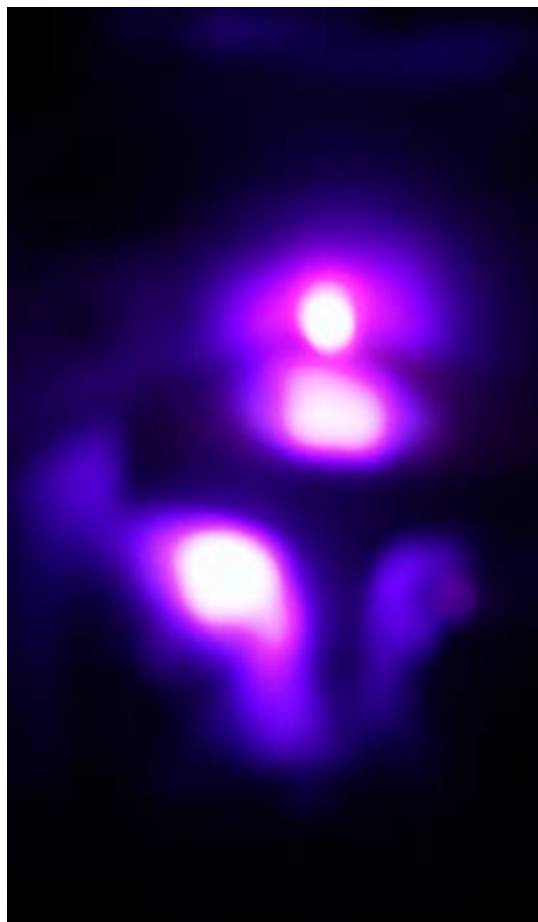
Несмотря на свою почти вековую историю, изучение свойств пылевой плазмы приобрело особый размах лишь в последнее десятилетие, после экспериментального обнаружения ее «замерзания» — образования плазменно-пылевых кристаллов. Благодаря своим уникальным свойствам (способности к самоорганизации и образованию упорядоченных структур, простоте получения, наблюдению и контролю, возможности исследований на кинетическом уровне) пылевую плазму успешно используют для решения как фундаментальных, так и прикладных задач. Простота визуализации делает возможным детальный анализ термодинамических и кинетических свойств плазменно-пылевой жидкости и пылевой кристаллической решетки, которая имеет много общего с обычной кристаллической решеткой твердых тел. Большой интерес вызывает изучение легко возбуждаемых линейных и нелинейных низкочастотных колебаний и их неустойчивостей. Изучение фазовых переходов в системах симметричных и асимметричных пылевых частиц дает полезную информацию о критических явлениях и процессах самоорганизации, в частности о возможности естественного образования плазменно-пылевых упорядоченных структур во Вселенной.



# Металлическая плазма



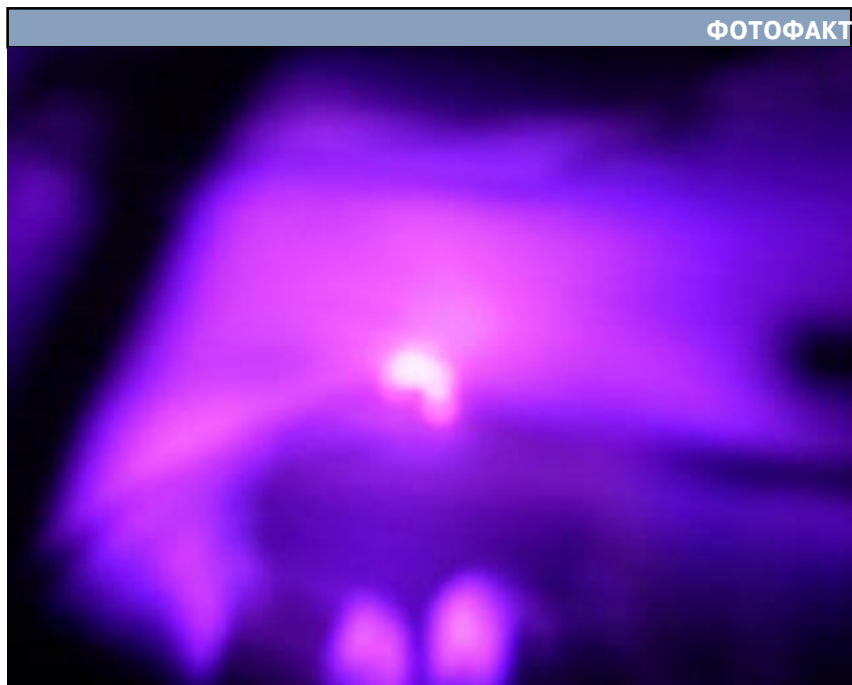
ФОТОФАКТ



*Для перевода азота в активное атомарное состояние в установке создают газовый разряд при пониженном давлении.*

*Облака такой низкотемпературной плазмы принимают весьма причудливые очертания*

*Контуры облака высокотемпературной плазмы, которое возникает при распылении металла мишени лучом лазера, гораздо более постоянны*



# Т

ак выглядит плазма, которая образуется при распылении металла мощным лазерным лучом в разреженной атмосфере азота. Раскаленное облако из ионов и капель металла, ускоренное микровзрывом на поверхности мишени, летит вверх и оседает на подложке. При остывании металл реагирует с азотом, и получается тонкая пленка нитрида. Важное достоинство выращивания пленок из высокотемпературной плазмы в том, что подложку не всегда обязательно нагревать до высокой температуры и, значит, при охлаждении не возникают термические напряжения, поэтому пленка не растрескивается.

Лазерный метод напыления нитридных пленок в атмосфере азота или аммиака может оказаться незаменимым, когда нам понадобится сделать синие, голубые, ультрафиолетовые лазерные светодиоды повышенной яркости на основе нитридов галлия, индия и алюминия.

Кандидат  
физико-математических наук  
**И.Е.Титков**

# Вечнозеленый полупроводник

Доктор  
физико-математических наук  
**А.А.Лебедев**

## О чем эта статья

Промышленный интерес к полупроводникам возник после обнаружения В.Шокли с сотрудниками в 1949 году транзисторного эффекта на кристаллах германия (Ge). В первой половине 50-х годов начались поиски полупроводниковых материалов, способных работать при более высоких температурах, чем Ge. Взоры исследователей обратились к кремнию и карбиду кремния (SiC). В последующие 10–15 лет было выполнено много работ, посвященных исследованию свойств SiC и разработке полупроводниковых приборов на его основе. Однако к началу 70-х годов промышленный интерес к карбиду кремния угас — успехи в развитии технологии Si и GaAs по сравнению с SiC были слишком велики. Тогда же родилось прозвище SiC, вынесенное в заголовок данной статьи. Дело в том, что чем грязнее SiC, тем больше в нем примеси азота, тем более зеленым он выглядит. Чистые кристаллы SiC (благодаря ширине запрещенной зоны  $> 3$  эВ) бесцветны.

## Немного истории

Вначале карбид кремния носил другое имя. Первые кристаллы SiC обнаружил Генри Муассан (тот самый, который в 1886 году открыл фтор) при исследовании метеоритов в каньоне Дьявола (Diablo Canyon) в Аризонской пустыне. В 1905 году минералу было присвоено имя открывателя — «муассанит». Примерно в это же время Эдвард Ачесон запатентовал промышленный метод получения SiC. Выра-

щенные этим методом кристаллы содержали много примесей (до  $10^{21}$  см $^{-3}$ ) и имели небольшие размеры — 10 мм на 10 мм на 3 мм.

Тогда же было выяснено, что одного материала под названием «карбид кремния» не существует, а существует целый класс материалов, имеющих одинаковую химическую природу, но отличающихся по электрофизическим параметрам. Оказалось, что образцы SiC могут иметь различную кристаллическую структуру — кубическую (3C-SiC), гексагональную (2H-SiC, 4H-SiC, 6H-SiC и др. — nH-SiC), ромбоэдрическую (15 R, 21 R и др.) (рис. 1). Карбид кремния относится к наиболее ярким представителям политипных соединений. Собственно, термин «политипизм» был специально введен для карборунда. В настоящее время известно около 200 кристаллических модификаций SiC. Первые выращенные кристаллы SiC часто представляли собой сростки кристаллов различных политипов.

При исследовании образцов SiC Х.Раунд в 1907 году наблюдал свечение, связанное с прохождением электрического тока через кристалл. Более подробно электролюминесценцию карбида кремния исследовал О.В.Лосев в 1923–1940 годах. Он установил, что один из типов свечения связан с наличием особого «активного слоя» на поверхности кристалла, а позднее показал, что этот слой имеет электронную проводимость, а объем образца — дырочную. Лосев также установил существование связи между выпрямлением и электролюминесценцией. Кроме того, Лосев наблюдал изменение

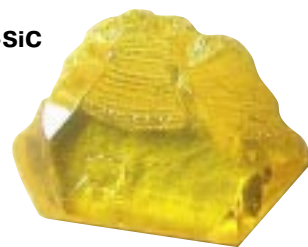
цвета свечения при увеличении плотности тока через кристалл.

Таким образом, два важнейших для полупроводниковой электроники явления — электролюминесценция и выпрямительные свойства рп-структур — были впервые обнаружены на кристаллах SiC. Но в то время электронная промышленность использовала только электровакуумные лампы, и эти открытия остались незамеченными.

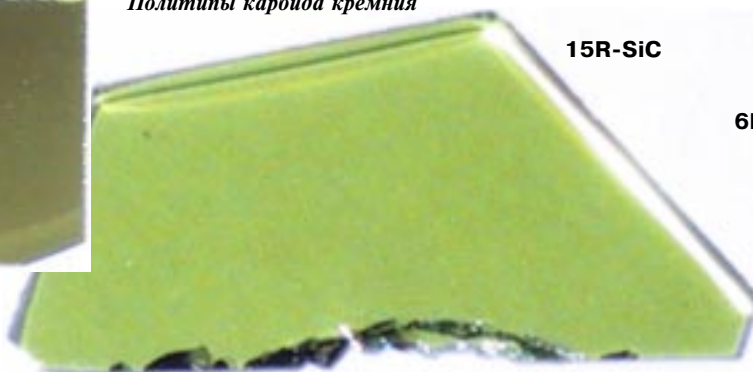
Тогда (да и по сей день) механические свойства SiC нашли применение в абразивной промышленности. Карбид кремния — одно из самых твердых веществ. Его твердость составляет 9,2–9,3 по шкале Мосса, он уступает лишь алмазу и нитриду бора (BN). Всем известная наждачная бумага покрыта именно кристаллами SiC. Да и Лосев исследовал кристаллы SiC, выращенные на абразивном заводе «Ильич» в Ленинграде для изготовления шлифовального порошка.

Как уже отмечалось выше, интерес к карбиду кремния усилился в начале 50-х годов. Примерно в это же время Дж.Лели предложил новый метод выращивания кристаллов SiC. Рост монокристаллов происходил сублимационным путем — в результате перегонки SiC через паровую фазу из более горячих в более холодные области реактора. Этим методом удавалось

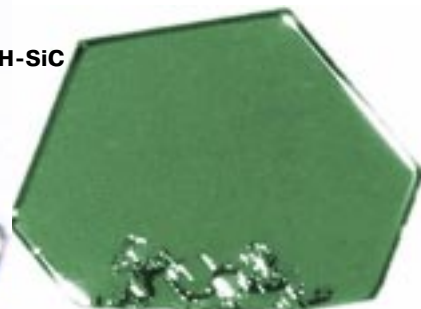
3C-SiC



15R-SiC



6H-SiC



4H-SiC



1  
Политипы карбида кремния



получать политипно-однородные кристаллы очень хорошего структурного совершенства размером до нескольких сантиметров, имеющие неправильную шестиугольную форму.

Было установлено, что карбид кремния представляет собой полупроводник с непрямой зонной структурой. Это означает, что вероятность излучательной рекомбинации в нем невелика. Эффективность (квантовый выход) SiC-светодиодов будет на три-четыре порядка меньше, чем в прямозонных полупроводниках. При этом ширина запрещенной зоны зависит от политипа и изменяется от 2,39 эВ для 3C-SiC до 3,3 эВ для 2H-SiC. Были определены многие оптические и электрические параметры данного материала.

Работавшие тогда с карбидом кремния технологи, наверное, не раз помнили того, чьим именем был назван каньон, в котором Г.Муссан нашел первые кристаллы SiC. Известно, что недостатки часто бывают оборотной стороной достоинств. Это оказалось справедливым и для SiC. Большая энергия связи атомов в SiC приводила к высоким температурам роста (> 2000°C), химическая инертность и механическая стойкость — к сложностям в обработке выращенных кристаллов. Из химических травителей SiC поддается только расплаву KOH, и то очень плохо. В результате параметры получаемых приборов были далеки от теоретических ожиданий, и полупроводниковая промышленность потеряла к SiC интерес. В 70-е — начале 80-х годов изучением свойств SiC занималось всего несколько исследовательских групп, и большая их часть находилась в СССР.

В 1970 году Ю.А.Водаков и Е.И.Мохов для выращивания эпитаксиальных слоев SiC предложили сублимационный сэндвич-метод — слои на подложке росли при ее сближении с источником паров. Этим методом удавалось

управляемо получать эпитаксиальные слои SiC как n-, так и p-типа проводимости, то есть SiC pn-структуры.

В конце 70-х годов Ю.М.Таиров и В.Ф.Цветков также предложили метод выращивания объемных кристаллов SiC — модифицированный метод Лели. Пары конденсировались на монокристаллической подложке при температурах около 2000°C. Диаметр выращиваемого слитка и его политипная структура определялись параметрами исходной заправки, а его длина — временем процесса.

На основе данных технологий и их модификаций во ФТИ им. А.Ф.Иоффе в лабораториях Ю.А.Водакова и В.Е.Челнокова к середине 80-х годов было разработано несколько SiC полупроводниковых устройств и проведен широкий круг исследований электрофизических свойств карбида кремния (рис. 2). Выяснилось, что добавление некоторых примесей либо изменение соотношения Si/C в зоне роста может привести к тому, что политип растущего эпитаксиального слоя будет иным, чем у подложки.

Окончательно интерес к карбиду кремния как к перспективному материалу для полупроводниковой электроники вернулся после того, как С.Нишино разработал метод газотранспортной (CVD) эпитаксии пленок 3C-SiC на кремниевых подложках. Сочетание стандартного технологического оборудования и подложки большой площади открывало возможности для коммерческого использования полученных результатов. Вскоре на основе подобных пленок были созданы несколько типов полевых транзисторов. Однако параметры этих приборов, как и качество самих пленок, оставались невысокими. До сих пор не удалось получить на основе Si эпитаксиальные пленки SiC полупроводникового качества. Обычно такие пленки используют для мембран или тензодатчиков. Кроме того, 3C-SiC — самый узкозонный из политипов карбида кремния, и с точки зрения максимальных рабочих температур он незначительно превосходит GaP. Поэтому вскоре были отработаны режимы CVD роста пленок 6H-SiC на основе подложек 6H-SiC.

Использование технологической комбинации: «модифицированный ме-

2  
*Установка сублимационной эпитаксии в вакууме эпитаксиальных пленок SiC (вариант сэндвич — метода). Слева — установка подготовлена к процессу. Справа — в процессе эпитаксии. Видно, как светится ростовой графитовый тигль под действием нагрева высокочастотного генератора*



## ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

тод Лели (подложка) — CVD-эпитаксия (эпитаксиальные слои) — плазмохимическое травление (формирование меза-структур)» — позволило получить светодиоды синей области спектра, фотоприемники ультрафиолетового диапазона, выпрямительные диоды, полевые транзисторы, биполярные транзисторы, тиристоры. В 1993 году в США была создана первая интегральная схема на SiC.

К сожалению, в 90-е годы работы российских ученых и созданный ими в области физики SiC научный потенциал оказались востребованными главным образом в западных фирмах и университетах. Уехавшие из СССР ученые стали «центрами кристаллизации», вокруг которых росли фирмы и исследовательские группы в западноевропейских странах и США. В компании «CREE Inc.» (США) — это мировой лидер в производстве и разработке приборов на основе карбида кремния — в начале девяностых годов почти половина научных сотрудников были выходцы из СССР.

## SiC — чем он хорош?

Что же привлекало интерес исследователей к этому материалу на протяжении почти 100 лет, задолго до того, как удалось сделать на его основе приборы с более-менее приемлемыми характеристиками?

Во-первых, это большая по сравнению с Si и GaAs ширина запрещенной зоны. Иными словами — увеличение области рабочих температур, теоретически до  $-1000^{\circ}\text{C}$  и возможность создания светоизлучающих приборов для всего диапазона видимого света.

Во-вторых, на порядок большее значение поля пробоя в SiC по сравнению с кремнием означает, что при том же напряжении пробоя диод из SiC может иметь на два порядка сильнее легированную базу, чем диод на основе Si. Это приводит к меньшим последовательным сопротивлениям и в итоге к большей удельной мощности карбидкремниевых приборов. Это же служит причиной большой радиационной стойкости SiC.

В-третьих, теплопроводность, почти такая же высокая, как у меди, упрощает проблему теплоотвода, что в сочетании с высокими рабочими температурами и большими скоростями насыщения носителей (большие токи насыщения полевых транзисторов) очень важно для силовой электроники.

В-четвертых, высокая температура Дебая, которая характеризует термическую стабильность вещества. При превышении этой температуры колебания могут стать неупругими, что приводит к разрушению данного материала.

В-пятых, это наличие собственной подложки большого размера. Так же как и возможность получения SiC n- и p-типа проводимости и наличие собственного окисла ( $\text{SiO}_2$ ), это удобно для технологии и позволяет произво-

дить на основе SiC любые типы полупроводниковых приборов.

Сравним SiC с другими широкозонными материалами. По ряду параметров SiC уступает GaN и AlN. Например, у него низка вероятность излучательной рекомбинации (как в непрямоугольном полупроводнике). Однако у GaN и AlN нет собственных подложек, и их выращивают путем гетероэпитаксии — на подложках из других материалов (SiC, сапфир). Это приводит к очень высокой плотности дислокаций в пленках ( $> 10^7 \text{ см}^{-2}$ ). Дислокации в GaN расположены перпендикулярно поверхности растущего слоя и собираются в кластеры. В результате растущий слой имеет ячеистую (зернистую) структуру, а это увеличивает токи утечки p-n-структур и со временем вызывает их деградацию.

В целом SiC — по сравнению с GaN и другими нитридами (III-N) — более перспективный материал для создания мощных приборов. Принципиально недостижимое (из-за высокой вероятности излучательной рекомбинации) большое время жизни носителей заряда в GaN ограничивает применение этого материала в биполярных приборах. В униполярных приборах низкая теплопроводность и меньшая температура Дебая снижают максимальную рассеиваемую мощность. Вдобавок отсутствие собственных подложек приводит к тому, что выращенные эпитаксиальные слои имеют на четыре порядка большую плотность дефектов, чем эпитаксиальные слои SiC. Это затрудняет создание высоковольтных

приборов на основе GaN. По остальным электрофизическим параметрам, таким, как скорость насыщения носителей, поле пробоя, подвижность, объемный GaN не имеет существенных преимуществ перед карбидом кремния.

Однако создание гетеропереходов в системе GaN-AlGaIn позволило получить структуры с двумерным электронным газом, обладающим существенно большей подвижностью носителей. Такие структуры могут быть использованы для создания высокочастотных транзисторов (high electron mobility transistor — HEMT), параметры которых лучше, чем у полевых транзисторов на основе объемного SiC. Поэтому сейчас трудно сказать, какой из двух материалов «выйдет в финал», — возможно, это будет их комбинация, так как лучшие HEMT на основе GaN-AlGaIn были получены при росте на SiC-подложках.

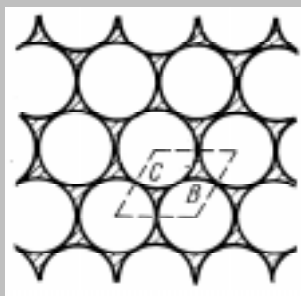
Вне конкуренции, как по своим параметрам, так и по величинам максимальных рабочих температур, находится алмаз. Однако пока не удается получать монокристаллические слои алмаза с использованием гетероэпитаксии, а собственные подложки имеют небольшую площадь и дороги. Кроме того, для алмаза существуют определенные сложности с получением рп-структур.

## Что сделано

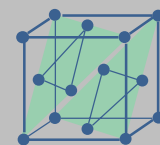
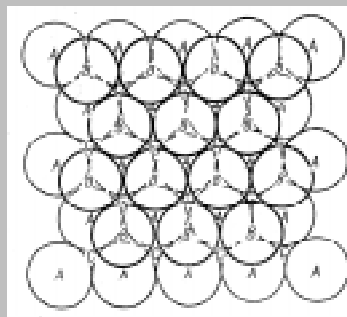
В настоящее время экспериментальный выпуск приборов на основе кар-

## Плотные укладки

Политипные структуры можно представить так. Возьмем какую-нибудь кристаллическую решетку и представим ее не в виде элементарных ячеек, плотно заполняющих пространство, где в каждой ячейке атомы располагаются одним и тем же образом, а в виде укладки плотноупакованных плоскостей. Именно такие укладки и дают представление о политипах. Вот что сказано о системах плотноупакованных плоскостей в учебнике «Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия». М.: «Металлургия», 1982.



Плотнупакованный слой сфер и укладка двух слоев



Элементарная ячейка ГКЦ-решетки. Заштрихованы плотные плоскости (111)

Возможностей построить трехмерное периодически повторяющееся пространство из плотноупакованных сеток — бесконечное множество. На рисунке видно, что точки В и С равновозможны как места укладки второго плотноупакованного слоя на первый, но расстояние между серединами треугольной поры типов В и С меньше диаметра сферы, поэтому поры В и С одновременно заполнены быть не могут. Если второй плотноупакованный слой будет лежать в порах В, то для третьего слоя остаются свободными две возможности — быть уложенным в положение, идентичное положению А, или в положение С. В первом

случае возникает гексагональная плотная упаковка с последовательностью укладки АВАВАВАВ, во втором — кубическая с последовательностью АВСАВСАВС, если следующий за слоем С слой уложен в положении А. А если нет, то плотная укладка будет сложнее, например АВССАВА. Плотные упаковки классифицируют по числу структурно различных слоев в них и по симметрии. Существует только одна кубическая укладка АВСА — С3. Гексагональных больше: 2Н — АВА, 4Н — АВАВСА, 5Н — АВСАВА, 6Н — АВССАВА или АВАВАСА. Есть еще и тригональные (или ромбоэдрические) укладки, обозначаемые буквой R.

бида кремния, так же как и интенсивные исследовательские работы, проводят крупнейшие компании, специализирующиеся на производстве полупроводниковой техники: CREE (США), АВВ (Швеция), «Сименс» (Германия), «Хитачи» (Япония). Можно выделить несколько основных направлений.

## Подложки

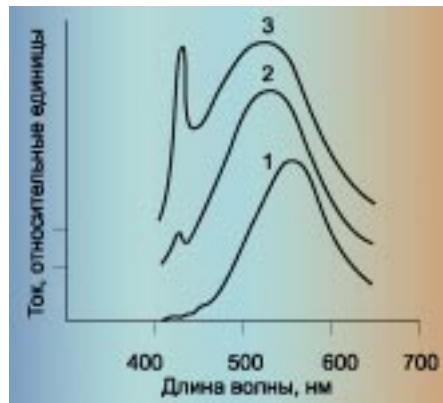
Сегодня самый востребованный на рынке продукт — подложки из карбида кремния. С каждым годом улучшается их качество и увеличивается диаметр — он уже достиг 100 мм. Эти подложки используются как для роста собственно карбида кремния, так и для гетероэпитаксии структур GaN—AlGaN. Хотя SiC дороже сапфира, но имеет меньшее рассогласование решетки с GaN и большую теплопроводность, чем сапфир. Уже разработана технология производства и полуизолирующих подложек, которые необходимы для изготовления высокочастотных полевых транзисторов.

## Оптика

Первыми промышленно выпускаемыми приборами на основе SiC были светодиоды. Большая ширина запрещенной зоны SiC позволила получать на его основе светоизлучающие приборы практически на всю спектральную область видимого света. При этом один и тот же механизм излучательной рекомбинации (одна и та же технология изготовления светодиода) соответ-

ствует в различных политипах разным энергиям в максимуме излучения.

Зависимость спектрального положения максимума электролюминесценции от прямого тока, наблюдавшаяся в некоторых SiC рп-структурах, может быть объяснена суперпозицией нескольких независимых полос излучения, насыщенные которых происходит при различных плотностях прямого тока. Эта зависимость, обнаруженная еще О.Лосевым,



3  
Спектр электролюминесценции 6H-SiC диода при различных плотностях прямого тока при комнатной температуре — (1) 4 А/см<sup>2</sup>, (2) 40 А/см<sup>2</sup>, (3) 120 А/см<sup>2</sup>

связана в том числе и с характерными для SiC примесями: донорным азотом — из воздуха, акцепторными бором и алюминием — из элементов оборудования. Если говорить о 6H-SiC, то примесь бора придавала его электролюминесценции желтый цвет, собственный структурный дефект — зеленый, донорно-акцепторные пары Al—N — синий и экситон — фиолетовый (рис. 3).

Когда качество и чистота материала увеличились, остался только синий пик люминесценции, на котором и делали светодиоды в 80-е годы. Конечно, этот синий свет был едва виден, но других материалов тогда не было, и в начале 90-х годов выпуск таких светодиодов в мире достигал миллиона штук. Экспериментальное производство таких светодиодов существовало и в СССР: его организовали совместно ФТИ АН (Ленинград) и ОКБ завода «Старт» (Москва).

После создания GaN рп-структур, а затем светодиодов и лазеров, нитрид галлия и твердые растворы на его основе оказались вне конкуренции для создания оптоэлектронных устройств из широкозонных материалов.

Единственный прибор в этом классе, для которого используют карбид кремния, — это солнечные-слепые ультрафиолетовые детекторы. Из-за большой ширины запрещенной зоны SiC почти не имеет фоточувствительности в видимой области спектра.



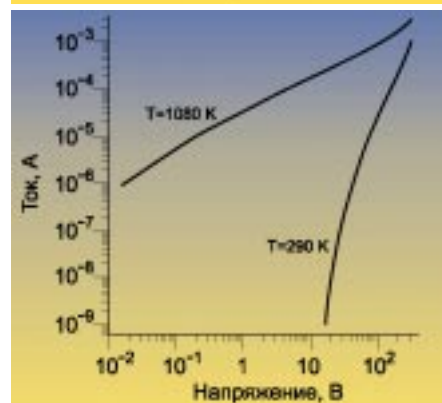
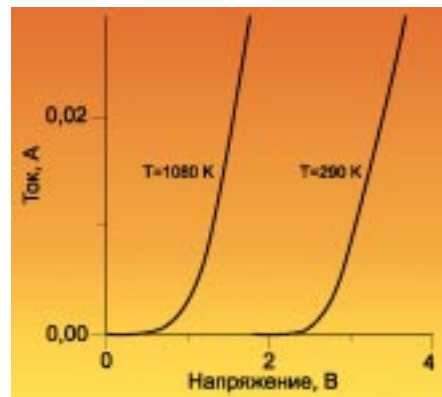
## ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Кроме того, УФ-фотодетекторы на основе карбида кремния практически не деградируют с течением времени.

## Силовые приборы

В середине 90-х годов прошлого века казалось, что следующим, промышленно выпускаемым SiC прибором будет силовой выпрямительный диод (рис. 4). Практически отсутствующие при комнатной температуре (благодаря большой ширине запрещенной

4  
Прямые и обратные вольт-амперные характеристики SiC диода при различных температурах

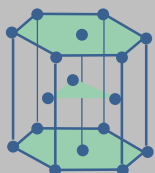


зоны) обратные токи, большое быстрое действие, высокие рабочие температуры — все это обещало существенную экономию при замене кремневых диодов и транзисторов на карбид-кремневые в силовой электронике.

Позже, после создания выпрямительных диодов на основе SiC, было обнаружено, что их характеристики

## СПРАВКА

Элементарная ячейка ГПУ-решетки. Защтрихованы плотные плоскости (0001)



Как видно из приведенного фрагмента, поглядев на проблему под разными углами зрения, можно получить качественно различные результаты. Казалось бы, что общего может быть между гексагональной плотноупакованной и гранецентрированной кубической решетками? Их элементарные ячейки совсем друг на друга не похожи. Однако плотные укладки в них оказываются схожими, различаясь лишь порядком следования слоев. Слегка сдвигая их относительно друг друга за счет изменения параметров технологического процесса, можно получать многочисленные политипы.

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

ухудшались с увеличением времени работы. Рос ток утечки, снижалось пробивное напряжение при обратном включении, увеличивалось сопротивление диода в прямом направлении. Исследованию этого явления было посвящено множество публикаций, и в конце концов установили, что причина деградации — дефекты упаковки (они же *stacking faults* или *SF*), то есть образование прослоек кубического SiC внутри 4H или 6H диодов при протекании через них прямого тока. Оказалось, что энергия, выделяемая при безызлучательной рекомбинации электрон-дырочной пары в SiC, достаточна для преодоления барьера, отвечающего смещению атома в другое положение. Иначе говоря, происходила перестройка решетки гексагонального политипа — смещение атома из гексагональных положений в кубические — образование прослойки кубического политипа. Начальной точкой роста SF служили дислокации, находящиеся в объеме эпитаксиального слоя или на границе эпитаксиального слоя и подложки. Под действием прямого тока линейные размеры SF быстро увеличивались параллельно кристаллической оси «с» кристалла. При достижении SF границы рп-перехода происходила полная деградация прибора.

Все это затормозило внедрение силовых приборов на основе SiC — их промышленного выпуска нет и до настоящего времени.

## СВЧ-приборы

Проблемы технологии силовых приборов почти не коснулись приборов СВЧ-диапазона. Они либо работают на основных носителях тока (диоды Шоттки, полевые транзисторы), либо для снижения паразитных емкостей имеют очень маленькие рабочие площади, диаметр около 100 микрон (рп-диоды, лавинно-пролетные диоды). В диодах Шоттки и полевых транзисторах отсутствует электронно-дырочная рекомбинация, и SF не образуются. В СВЧ-диодах мала вероятность попадания дислокации на рабочую площадь диода. Поэтому вторым промышленно выпускаемым SiC-прибором, оказался диод Шоттки. Фирма «Сименс» сейчас наладила производство таких приборов на прямые токи до 20 А и рабочие напряжения до 600 В. Ожидается, что следующим серийно выпускаемым прибором станет мощный СВЧ полевой транзистор.

## Ювелирное применение

В последние годы определилась еще одна область использования SiC, в

противоположном углу потребительского рынка, нежели абразивы. После того как были получены чистые (прозрачные) кристаллы SiC, возникла мысль, что ограненные кристаллы будут очень похожи на алмаз и почти не уступят ему в твердости. Очень кстати оказался существующий в США «варварский» обычай — в день помолвки будущий жених должен подарить невесте кольцо с бриллиантом. По сравнению с алмазом кристаллы карбида кремния «каратных» размеров стоят существенно дешевле. С 1995 года начался выпуск ювелирных изделий на основе SiC, только для благозвучности его опять стали называть муассанитом.

## Что будет дальше

За последние 10–15 лет размеры коммерческих подложек SiC выросли более чем в десять раз, а концентрация содержащихся в них дефектов уменьшилась на три порядка. С каждым годом улучшаются параметры SiC-приборов и увеличивается число компаний, занимающихся их разработкой. Похоже, что в истории развития SiC-электроники больше не будет периодов забвения. Исследования карбида кремния все больше переходят из университетских лабораторий в лаборатории промышленных компаний.

Наметились и пути решения проблемы SF в силовой электронике. Во-первых, это снижение плотности структурных дефектов в подложках. Во-вторых, разработанная японскими исследователями технология роста эпитаксиальных слоев SiC в плоскости, параллельной оси «с» кристалла. В этом случае образующиеся SF располагаются также параллельно плоскости рп-перехода и не так ухудшают параметры приборов.

Не исключено, что SiC еще раз скажет новое слово в развитии физики полупроводников. Образование SF обычно рассматривается как отрицательное явление. В то же время было показано, что SF, имеющие толщину порядка нескольких постоянных решеток, — это квантовые ямы 3C-SiC внутри более широкозонного nH-SiC. Такая структура зон приводит к размерному квантованию, фактически превращающему прослойку 3C-SiC в прямозонный полупроводник, что приводит к появлению интенсивной фотолюминесценции в синей области спектра.

Значит, на основе карбида кремния возможно создание гетеропереходов нового типа — не между химическими различными материалами, а между различными кристаллическими модификациями одного и того же веще-

ства. Это расширяет понятие гетероперехода и открывает дополнительные технологические возможности. Чаще всего (и наиболее успешно) проводятся эксперименты по созданию гетероструктур между кубическим и одним из гексагональных (nH-SiC) политипов карбида кремния. Обе эти гетероструктуры создают методом эпитаксии слоя 3C-SiC на подложке гексагонального политипа.

Чтобы представить, как происходит встраивание кубической решетки в гексагональную, нужно посмотреть сверху на кубик, стоящий на одной из своих вершин. Проекция такого кубика на горизонтальную плоскость будет иметь форму шестиугольника. При этом растущая пленка 3C-SiC имеет другую кристаллическую ориентацию, нежели использованная для роста подложка nH-SiC. Если исходная гексагональная подложка имела ориентацию (0001), то выращенный эпитаксиальный слой получит ориентацию (111).

Данные кристаллографические особенности эпитаксии пленок 3C-SiC на основе подложек nH-SiC приводят к так называемому «pseudomorphic growth». Это означает, что в плоскости роста постоянные решетки кубического и гексагональных политипов практически совпадают (расхождение решеток составляет < 0,1%, меньше, чем для классической гетеропары GaAs—AlGaAs). Это показывает теоретическую возможность получения близких к идеальным гетероструктур между политипами SiC.

По сравнению с обычными гетеропереходами гетерополитипные переходы на основе SiC (и, возможно, других политипных полупроводников) будут иметь следующие преимущества: отсутствие взаимной диффузии компонент гетеропар, незначительное расхождение постоянных решеток (квазиаморфный рост), одинаковые химические свойства, возможность создания гетероперехода в уже выращенной структуре с помощью тех же дефектов упаковки.

С учетом вышеуказанных преимуществ можно ожидать, что гетерополитипные структуры будут обладать большим структурным совершенством, чем гетеропереходы между полупроводниками с различной химической природой. Меньшая плотность структурных дефектов должна привести к большей подвижности двумерного электронного газа и большей вероятности излучательной рекомбинации в приборах на основе гетерополитипных структур. Проведенный в литературе анализ показывает возможность создания светоизлучающих структур в синезеленой области спектра на основе гетеропереходов между политипами

SiC. Теоретические оценки показывают, что параметры HEMT на основе SiC гетерополитипных структур будут лучше, чем у HEMT на основе GaN—AlGaIn.

SiC выделяется среди других политипных соединений как наличием большого числа стабильных политипов и большой разницей в их электрофизических свойствах, так и высокой термической, химической и радиационной стойкостью. Поэтому после отработки технологии роста приборы на основе SiC гетерополитипных структур смогут составить существенную конкуренцию приборам на основе III-N.

Таким образом, можно предполагать, что создание приборов на основе гетеропереходов станет одним из самых актуальных направлений развития SiC-электроники ближайшего будущего.

## Заключение

Заключение к статье мы постарались выразить посредством художественных образов, снова обратившись к использованному в начале статьи «ботаническим» аналогиям. После всего, говоря о вечнозеленом полупроводнике, хочется сделать упор на слове «вечно». Действительно, это один из самых старых полупроводников, на котором были сделаны важнейшие для данной области физики открытия, один из тех, который имеет большие перспективы в будущем. По поводу сегодняшнего состояния SiC-электроники можно сказать, что это достаточно могучее дерево, которое уже приносит плоды и принесет их в будущем еще больше. Из-за дружественной конкуренции с материалами III-N почти прекратились работы в области SiC-оптоэлектроники, и нет ясности в перспективах некоторых SiC-СВЧ приборов. Однако разработка технологии гетерополитипных структур должна решить эту проблему и, возможно, возродить работы по SiC-оптоэлектронике.

Над всем этим висит «топор» алмаза — но пока что параметры приборов на основе алмаза остаются на уровне SiC-приборов 60-х годов прошлого века. Существует ряд нерешенных проблем в технологии алмаза, которых не было в технологии SiC. Поэтому можно ожидать, что к середине нашего столетия вся силовая полупроводниковая электроника (а может быть, и не только она) окажется под сенью SiC.



# SiC

**ФОТОИНФОРМАЦИЯ**

Эти красивые изумрудно-зеленые кристаллы стоят на третьем месте по твердости после алмаза и карбида бора. Тем не менее современные технологии позволяют их обрабатывать: разрезать кристаллы на пластины нужного размера и полировать поверхность.

Кристаллы карбида кремния выращивают методом Лели, при котором зародыши образуются случайно и растут сами по себе. Именно поэтому кристаллы получаются превосходного качества, но выглядят как ягоды на виноградной грозди. Вот почему они не могут достичь больших размеров — соседние выросты начинают срастаться и мешать друг другу. Обычный диаметр такого кристалла — около одного сантиметра. Поскольку у карбида кремния данного политипа (6H) гексагональная кристаллическая решетка, то и кристаллы получаются соответствующим образом ограненными. А разные оттенки зеленого цвета определяются количеством примеси азота.

SiC обладает выдающимися электрическими и механическими свойствами, в то же время его себестоимость относительно невелика, поскольку составляющие его кремний и углерод входят в число самых распространенных веществ на Земле (чего не скажешь о таких широкозонных полупроводниках, как GaN, GaP или ZnSe). Поэтому SiC оказался одним из первых претендентов для изготовления высокотемпературных и сверхмощных полупроводниковых приборов.

Кандидат физико-математических наук  
**И.Е.Титков**



# LG Chem

## is looking for Researchers to work in Korea

### IF YOU ARE A SPECIALIST IN:

- Organic Synthesis
  - Inorganic Chemistry
  - Physical Chemistry
  - Analytical Chemistry
  - Electrochemistry
  - Nano Composites & Materials
  - Display Device Materials
  - OLED
  - Physics/Photophysics
  - Optics
  - Material Science
  - Polymer Processing
  - Polymer Physics
  - Chemical Process
  - Catalysis
  - Computer-Aid Engineering
  - Electrics & Electronics
  - Mechanical Engineering
  - Environmental (Oxidation)
  - Biomaterials
- and other areas of Chemistry and Physics,

### PLEASE, SEND US YOUR DETAILED CV IN ENGLISH

Conditions: at least 1-year contract with LG Chem Research Park, competitive salary, accommodation, paid vacations, perfect working environment for foreigners, etc.



Contacts in Moscow: LG Chem Moscow Information and Technology Center (MITC)  
Maria Yelgaeva (yelgaeva@lgchem.com), Phone (095)258-23-35 ext 200, fax (095) 258-23-40

[www.lgchem.com](http://www.lgchem.com)



*Реактивы и химикаты  
Особо чистые растворители  
собственного производства*

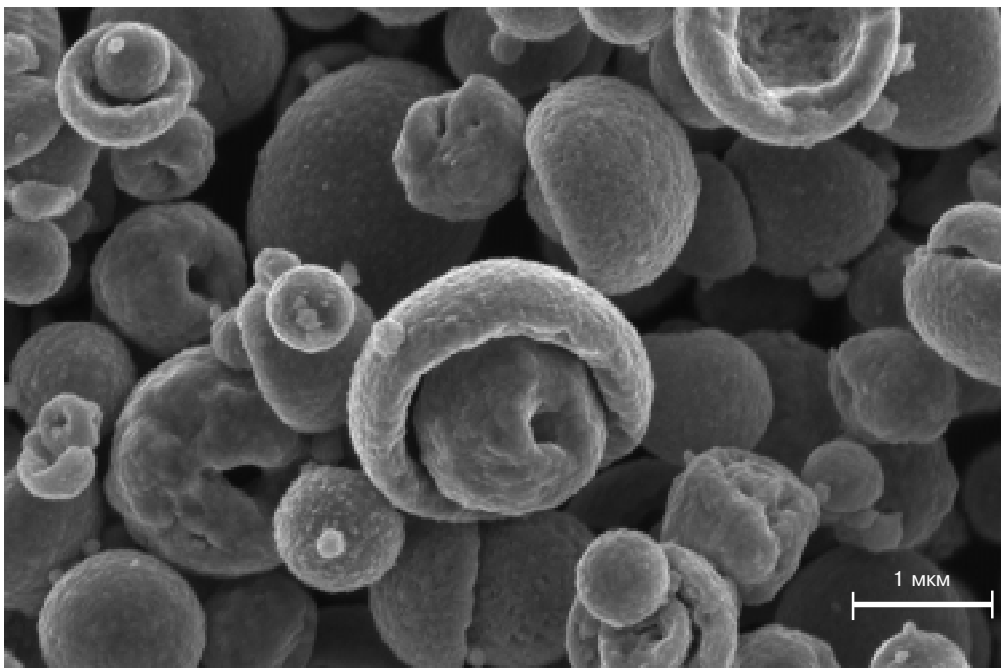
*Лабораторные приборы и оборудование,  
лабораторная посуда*

*Аналитические приборы и  
расходные материалы для  
хроматографии и спектроскопии*

*Субстанции и вспомогательная химия  
для фармацевтики, ветеринарии  
и пищевой промышленности  
Биохимия и клиническая химия*

*Бытовая и автомобильная химия  
Радиационная безопасность*

Тел.: (095) 728-4192, 777-8495, факс: (095) 742-8341  
E-mail: [mail@chimmed.ru](mailto:mail@chimmed.ru) <http://www.chimmed.ru>  
115230, Москва, Каширское ш., д. 9, корп. 3



**1**  
Аэрозольные  
грибочки,  
которые получились  
в печи при нагреве  
до 850–950°С



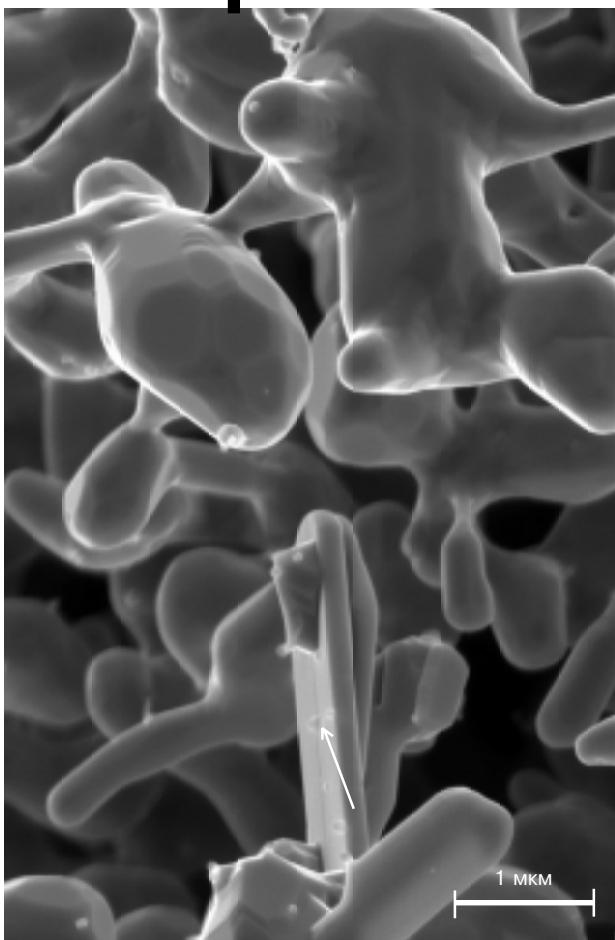
#### ФОТОИНФОРМАЦИЯ

огромной поверхностной энергией и стремятся ее сократить всеми возможными способами. Один из них — образование плоских угловатых кристаллов. Они-то и «умудрились» соединиться друг с другом своеобразными перемычками.

Сходство с клетками мозга — не только внешнее. У манганитов, полученных этим способом, есть очень интересное свойство, а именно: отрицательное колоссальное туннельное магнетосопротивление. Этот термин означает, что электрическое сопротивление понижается с ростом напряженности магнитного поля на границах зерен. А механизм явления связан с тем, что при приложении магнитного поля через эти границы могут проходить только электроны с одинаковым спином. Таким образом кристаллы манганита, соединенные перемычками, оказываются прототипами устройств, которые будут полезны для спинтроники — захватившего умы многих ученых аналога спинтроники, в котором в качестве основного фактора передачи информации рассматривается не заряд, а квантовый параметр: спин электрона.

**А.Е.Чеканова,**  
аспирантка факультета  
наук о материалах  
МГУ им.М.В.Ломоносова,

## Нервные узлы спинтроники



Странные дела творятся с мелкими капельками растворов нитратов кальция, марганца и меди, которые распылили сквозь горячую печь. Сначала испаряется вода, и между солями проходит химическая реакция, в результате которой из смеси исходных компонентов получается новое соединение — сложный манганит кальция и меди  $\text{CaCuMn}_6\text{O}_{12}$ . При этом бывшие капельки приобретают весьма замысловатые формы, например превращаются в деформированные микросферы, чем-то напоминающие грибы (фото 1). На всю реакцию вполне хватает 2–5 секунд.

Если же микросферы задержатся там дольше, то они преобразуются в нечто (фото 2), подобное клубням картофеля или нейронам мозга (трактовка зависит от фантазии того, кто рассматривает микрофотографию). Это не случайно: мелкие частицы-сферы обладают

**2**  
Рекристаллизация микросфер проходит с участием следов жидкой фазы: небольшие затвердевшие капли видны на кристаллите-«подставке» (на него указывает стрелка)

**РОБОТ ПОМОГАЕТ ЧИНИТЬ КОЛЕНУ**

*Британские медики убедились, что с помощью робота можно гораздо точнее провести операцию на колене.*

Justin P. Cobb,  
j.cobb@imperial.ac.uk

В Лондонском Королевском колледже подвели итоги испытаниям новой методики замены коленной чашечки. Четырнадцать пациентов оперировали обычным способом, а в других тринадцати случаях хирургу помогал специально сконструированный робот «Акробот». Испытания показали, что помощь робота затягивает операцию на несколько минут, но зато все детали протеза удается выровнять практически идеально, с точностью до двух градусов. В операциях без робота подобная точность получается всего в 40% случаев.

«Робот не делает операцию, он лишь поддерживает руку хирурга таким образом, чтобы тот не наделал ошибок. И это очень удобно! — говорит профессор Джастин Кобб. — Увеличив точность, мы наносим меньше травм во время операции, после нее колено работает лучше, и пациент скорее покидает больницу».

К этому остается добавить, что робота-хирурга сделала специальная малая научно-производственная компания при университете.



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

**СИНТЕЗ ДЕТАЛЕЙ МИКРОМАШИН**

*Американские ученые сумели нанести металлическое покрытие на микродеталь.*

John T. Fourkas,  
fourkas@umd.edu

Когда речь заходит о микромашинах, они же микроэлектромеханические устройства, с которыми многие эксперты связывают прогресс в самых разных областях и прочат многомиллиардные обороты грядущих продаж, ученые сразу поминают принятый в электронике метод микролитографии. Причем поминают недобрым словом. Дело в том, что этот метод хорош для синтеза всевозможных транзисторов из тонких пленок. Когда же нужно сделать что-то объемное, например микрошестеренку, возникают проблемы. Их преодоление — скорее искусство художника, чем технология массового производства.

Профессор Джон Фуркас из Мэрилендского университета считает, что нашел способ превращения искусства хотя бы в ремесло. Он довольно давно занимается двухфотонной полимеризацией. Освещая жидкий раствор мономера двумя лучами лазера с разной частотой и вызывая в результате образование твердого полимера, удается проводить лазерную стереолитографию в микронных масштабах (см. «Химия и жизнь», 2004, № 7). Однако до сих пор микродетальки получались только из пластика. А для настоящих микромашин нужен еще и металл. Теперь это ограничение снято.

«Мы придумали, как при синтезе полимера нанести на отдельные его участки металлическое покрытие, — говорит профессор Фуркас. — И весьма преуспели в этом деле. Например, синтезировали катушку длиной в десятую долю диаметра человеческого волоса и сделали из нее индуктор для электрической цепи. Наш подход годится не только для металлов, но и для стекол или биологических молекул».

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

**БЕЛОК СМЕРТИ НАХОДИТ СВОЕ МЕСТО**

*Медики из США раскрыли загадку действия одного противоракового препарата.*

Пресс-секретарь  
Jennifer Choi,  
Jennifer.Choi@nyumc.org

С середины 70-х годов биологи знают, что клеточный белок K-ras играет важнейшую роль в развитии рака. В нормальной форме он включает или выключает процесс деления клеток. Если же кодирующий его ген испортился, то K-ras застревает в позиции «включено», что и дает возможность безудержному размножению одной-единственной мутировавшей клетки. Более того, он еще и отключает программу апоптоза. До сих пор считалось, что место этого белка хорошо известно: в мембране клетки его удерживают липидные молекулы и электростатические силы.

«Это совсем не так: мы обнаружили, что под действием фермента протеинкиназы С белок меняет свое положение и это приводит к сильному изменению в судьбе клетки», — говорит профессор Марк Филипс из Школы медицины университета Нью-Йорка. Протеинкиназа С пристраивает к белку фосфатный хвост; в результате электростатические силы ослабевают и K-ras проваливается сквозь мембрану внутрь клетки. Там он может присоединиться к мембране какой-нибудь органеллы. Самое интересное случается, если это митохондрия: белок отдает ей приказ на запуск механизма апоптоза и клетка гибнет.

«Наши данные позволяют выявить новую цель в разработке средств от рака. Получается, что если удастся фосфорилировать этот белок у клеток опухоли, и только у них, то тем самым запустим их апоптоз. Идея в том, чтобы обратить вызвавший болезнь онкоген против нее самой. С другой стороны, становится понятным, почему биростатин, препарат, который повышает активность протеинкиназы С, проявляет некоторые противоопухолевые свойства. Кстати, на мышей-мутантов, у которых фосфорилирование белка K-ras невозможно, биростатин не действует», — говорит профессор Филипс.

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

**ОТКУДА УШИ РАСТУТ**

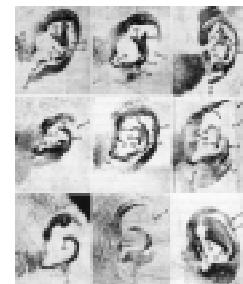
*Голландские криминалисты придумали, как искать воров по отпечаткам ушей.*

Пресс-секретарь  
Hilje Parma,  
hd.parma@ics.leidenuniv.nl

«Полицейские ищут преступников по отпечаткам пальцев и не обращают внимание на отпечатки ушей. А это неправильно. Например, в Лейдене и его окрестностях каждый двенадцатый вор-взломщик оставляет отпечатки ушей на окнах и дверях. И эти отпечатки можно идентифицировать», — рассказывает Линн Мейхерман, аспирантка из Лейденского университета (Нидерланды). Для того чтобы вооружить криминалистов новым инструментом, она вместе с профессором Георгом Маатом доказала, что по отпечаткам ушей действительно можно опознавать людей. Правда, степень достоверности при этом ниже, чем при опознании по отпечаткам пальцев.

Для проверки метода ученые изучали базу данных с отпечатками ушей 1350 человек, причем у каждого было получено по три разных отпечатка. К этой базе данных удалось составить программное обеспечение, способное распознавать, сколь схожи два отпечатка. Пока что опознание качественное, однако в следующей версии программы авторы надеются давать количественную меру схожести отпечатков.

«При создании программы опознания отпечатков ушей пришлось преодолеть немало сложностей. Ведь форма отпечатка зависит от того, сколь сильно человек прижимал ухо к двери или к окну, а также сколь долго он держал ухо прижатым, — говорит Линн Мейхерман. — Что же касается мнения полиции, то оно зависит от региона. Например, в Лейдене у полицейских есть база данных по отпечаткам ушей. А в Гааге полицейские работают менее тщательно, у них такой базы нет. Понятно, что лишь в первом случае наша работа будет востребована».





**ПРЕРВАТЬ  
КОПИРОВАНИЕ**

*Британские и испанские биохимики нашли новый класс веществ, блокирующих репликацию ДНК.*

Kate Chapple,  
k.h.chapple@  
bham.ac.uk

Поскольку без репликации ДНК клетки, в том числе злокачественные, а также вирусы размножаться не могут, ученые со времени открытия двойной спирали ищут методики блокирования этого процесса. С середины 60-х годов было известно три удачных способа, а в этом году ученые из Великобритании и Испании в рамках паневропейского проекта нашли четвертый.

Объектом для атаки они выбрали так называемые трехлучевые связки-вилки (three-way junction), появление которых характерно для болезни Хантингтона, при миотонической дистрофии, а также во время размножения, когда из одной молекулы ДНК образуются две. Авторы исследования считают, что, поскольку чаще всего в большом организме размножаются вирусы и раковые клетки, заблокировав ДНК с таким участком, удастся вылечить болезнь, причем без особых последствий для организма. Как оказалось, структура связки достаточно рыхлая, чтобы можно было поместить в ее центр какую-то другую молекулу и заблокировать процесс.

Установив этот факт (с помощью гренобльского источника синхротронного излучения), ученые синтезировали наночастицу в форме перекрученного цилиндра, который по своим размерам и форме подходил для размещения в полости связки. И действительно, наночилиндр попадал в полость и прочно там закреплялся, чему способствовали поверхностные заряды: положительные у наночастицы и отрицательные у ДНК. «Наше открытие способно вызвать настоящую революцию, — считает руководитель проекта Майк Ганнон из Бирмингемского университета. — Выбирая в качестве мишеней специфические места на молекуле ДНК, ученые наконец-то получают контроль над обработкой генетической информации».

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

**ПЕНА-  
ЗАМЕНИТЕЛЬ**

*Ученые из Ливермора спасают калифорнийских изготовителей досок для серфинга.*

Scott Vaupen,  
sbvaupe@sandia.gov

Когда ученые из ливерморской Сандийской национальной лаборатории Минэнерго США работали над материалом для защиты хрупкой электроники, они и не предполагали, что смогут буквально спасти калифорнийских любителей кататься на волнах. А дело в том, что недавно власти этого североамериканского штата приняли очередное решение по защите окружающей среды: запретили применение такого пенополиуретана, при производстве которого используют диизоцианат толуола. «Это все равно что запретить строителям работать с деревом» — так эмоционально отреагировал один из изготовителей досок для серфинга. Еще бы: именно из такого полиуретана они и делают эти доски. Стомиллионный бизнес оказался под угрозой.

Тут-то ливерморские оборонщики и проявили себя: покопавшись в закромах, они нашли пенополиуретан, который получают без использования вредного химиката. Более того, в отличие от множества других продуктов оборонной промышленности, для синтеза этого материала не требуется никаких экзотических и дорогостоящих компонентов. «Наша пена легкая — ее плотность всего 31 кг/куб. м, но очень жесткая, с закрытыми порами. Мы считаем, что из нее можно делать не только доски для серфинга, но также автомобильные бамперы или детали самолетов», — рассказывает Скотт Ваупен, руководитель бизнес-подразделения лаборатории.

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

**И У ЦЫПЛЯТ  
РАСТУТ ЗУБЫ!**

*Ученые из Манчестера сумели вырастить зубы у цыпленка.*

Доп. информация:  
Пресс-секретарь  
Aeron Haworth,  
aeron.haworth@  
manchester.ac.uk

Лет пятьдесят тому назад биологи из Манчестерского университета обнаружили в курином яйце интересного мутанта с деформированными конечностями. Вылупиться этот цыпленок не смог, однако его сохранили для коллекции. И надо же было так случиться, что в течение полувека никто не додумался ему заглянуть в клюв. А дело того стоило: клюв был полон зубов, как пасть крокодила!

«Это не столь удивительно, как кажется на первый взгляд, — говорит профессор Марк Фергюсон. — Все-таки крокодил входит в число близких родственников птиц». Ученым повезло дважды: мало того что они заглянули в клюв удивительному цыпленку, им посчастливилось найти, что за мутация разбудила спящий ген, ответственный за рост зубов. Полученное знание британцы проверили на практике и действительно вырастили зубы у вполне нормальных, не мутантных цыплят.

«Подобные спящие гены есть у любых организмов, и, зная способ их пробуждения, можно надеяться на создание препарата, который позволит выращивать зубы у людей — считает профессор Фергюсон. — Вообще же, принцип активации спящих генов когда-нибудь позволит стимулировать и регенерацию любых утраченных органов. Это будет настоящий триумф медицины!»

Остается добавить, что несколько лет назад профессор Фергюссон обнаружил, что операция на эмбрионах может не оставлять следов, и в результате разработал препарат для предотвращения образования шрамов. Сейчас в его компании, занятой выпуском препарата, работает более ста человек.

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

**НАСТОЛЬНЫЙ  
ТЕРМОЯД**

*Американские физики придумали, как провести термоядерный синтез прямо на столе.*

пресс-секретарь  
Jason Gorss,  
gorssj@rpi.edu

Работа, которую провели ученые из Ренсселаерского университета (США), вряд ли приведет к получению энергии. А вот портативный источник нейтронов для всевозможных исследований вполне получился. Главная его деталь — так называемые пирозлектрики: кристаллы, способные при нагреве или охлаждении создавать очень сильное электрическое поле.

На одном из этих кристаллов закреплена мишень, содержащая дейтерий. Атомы дейтерия находятся также и в пространстве между кристаллами. Когда нагретый пирозлектрик создает импульс электрического поля, эти атомы лишаются своих электронов, превращаются в ионы и быстро ускоряются. К тому времени, как они преодолеют расстояние до мишени, их скорость становится такой огромной, что при столкновении с другим атомом дейтерия идет термоядерная реакция. Образуются, как и положено, ядро гелия и нейтроны. Эти нейтроны можно собрать в пучок и куда-то направить. Например, если это «куда-то» будет вольфрамовой пластинкой, то в придачу к источнику нейтронов получится еще и источник рентгеновских лучей, причем довольно мощный.

«Такой настольный источник нейтронов понадобится для множества научных экспериментов, а также в установках для поиска взрывчатых веществ или для медицинских исследований», — говорит руководитель работы доцент Ярон Данон.

# Дерево накормит, напоит



Художник Н. Крауцин

*Если мы хотим достичь какого-либо согласия с Природой, то в большинстве случаев нам надо принимать ее условия.*

*Р. Риклефс.  
Основы общей  
экологии*

Практически любой живой организм на Земле, будь то бактерия или человек, прямо либо косвенно использует для своей жизнедеятельности энергию Солнца. Человек — косвенный потребитель солнечной энергии (хемо-органотроф): его организм, «присваивает» энергию химических связей

органических веществ, накопленных растениями в процессе фотосинтеза. При этом мы используем только те компоненты растений, которые может переварить наш желудочно-кишечный тракт: моно- и дисахариды; разветвленные полисахариды (крахмал и гликоген); жиры и жирные кислоты; бел-

# и бак заправит



ки; органические кислоты (уксусная, молочная, яблочная и т. д.); одно- и многоатомные спирты (этиловый, глицерин, ксилит) и т. д. Этих веществ в биомассе естественных растительных биоценозов (лесов) менее 6%, остальные 94% — это целлюлоза, гемицеллюлозы и лигнин, которые не входят

Кандидат  
технических наук

**А.И.Сизов**



ТЕХНОЛОГИИ

в пищевые цепи большинства животных и человека.

Низкая пищевая продуктивность лесов вынудила человека создать искусственные биоценозы — агробиоценозы, которые могут производить до 50–60% пригодных в пищу веществ от общего прироста биомассы. Сейчас под сельскохозяйственные угодья занято более 13% (с лугами 34%) суши. Вырубка лесов и расширение возделываемых земель изменили природные ландшафты и гидрологический режим, привели к деградации почв и загрязнению большинства рек, исчезновению многих видов животных и растений.

Особенно сильно это проявилось в последние 50 лет, когда произошла индустриализация мирового сельскохозяйственного производства. С одной стороны, более чем в три раза возросла продуктивность сельскохозяйственных земель, но с другой — еще больше увеличилась нагрузка на окружающую среду, поскольку человек начал использовать энергию ископаемого топлива для механизированной обработки почвы, для получения и внесения удобрений, пестицидов, гербицидов и т. д.

Возникает вопрос: как обеспечить человечество продовольствием при дефиците ископаемого топлива? Ведь уже сейчас ясно, что современные методы обработки земель ведут к экологическому кризису, а при нехватке каменного угля, нефти и газа продуктивность агробиоценозов упадет, и они не смогут прокормить растущее население планеты. Концепция устойчивого развития, принятая международным сообществом еще в 1992 году, призывает преодолеть экологический кризис, рационализируя потребление и регулируя численность населения, то есть снижая потребление в развитых странах и прирост населения в развивающихся. Несмотря на то что за последние 10 лет темпы роста населения планеты действительно снизились с 6,1 до 3,4 ребенка на одну женщину, в развивающихся странах более 800 млн. человек все еще голодают. Говорить же о снижении уровня потребления в развитых странах даже и не приходится.

Однако существуют более простые пути преодоления экологического кризиса.

## Ресурсы растут в природе

Есть довольно рациональное решение: постепенно расширить площади лесов и построить производства, позволяющие использовать их биомассу для получения кормов и продуктов питания. Не подумайте, речь не о сокращении производства яблок, картошки и зерна, то есть всего, что человек потребляет в естественном виде. Речь идет о тех сельскохозяйственных культурах, продукцию которых человек использует после глубокой переработки, практически в виде чистых веществ: сахар, растительное масло, этиловый спирт, белковые изоляты, а также кормовые продукты для животноводства. Такие культуры занимают чуть меньше 50% общей площади сельхозугодий, и замена их лесами на долгие годы отодвинула бы наступление экологического кризиса. Это не утопическая идея, а вполне реальная технология, проверенная на практике (о чем чуть ниже).

Биомасса лесов отличается от биомассы сельскохозяйственных культур тем, что она в основном состоит из линейного полисахарида — целлюлозы, тогда как почти все выращенное человеком — из разветвленного полисахарида крахмала или сахаров. При этом продуктивность и КПД фотосинтеза лесов и полей примерно одинаковы. Так, 1 га леса в умеренных широтах дает прирост биомассы 3,0–5,5 т/год, 1 га степи — 4,0–5,0 т/год. Если пересчитать на линейные полисахариды, то это 1,8–3,3 т/год — столько же полисахаридов, только разветвленных, получится с 1 га кукурузы.

При этом растет древесина сама и не требует никакой дополнительной энергии, помимо солнечной. Она очень технологична — может долгое время храниться под открытым небом, не имеет сезонности при заготовке и удобно транспортируется. Ключевой вопрос: как превратить полисахариды, содержащиеся в древесине, в полноценный пищевой или кормовой продукт?

## Как из дерева сделать спирт и сахар

Эту проблему начали решать сразу после того, как в 1819 году французский химик А. Браконно доказал, что молекулы целлюлозы, как и крахмала, состоят из виноградного сахара (глюкозы). Браконно обработал льняное полотно (целлюлозу) концентрированной 91%-ной серной кислотой и получил практически чистую кристаллическую глюкозу. Тем не менее использовать целлюлозу как сырье для промышленного получения глюкозы невозможно, поскольку процесс ее выделения из древесины сложный и дорогой. Можно думать только о прямой переработке древесины.

В древесине нам важна углеводная часть, которая, собственно, и имеет пищевую и кормовую ценность. Углеводная часть представлена гемицеллюлозами (15–30%) и целлюлозой (35–50%), все остальное — полифенольное соединение лигнин (12–30%), смолистые вещества, терпены, стеринны, таннины и т. д. (1–5%) — имеет сугубо техническое значение.

Первые технологические приемлемые решения переработки древесины с получением продуктов, которые ранее добывали только из сельскохозяйственного сырья, были опробованы в 1899 году практически одновременно в России, США и Германии. Процессы эти были весьма несовершенны, и вскоре промышленные установки закрыли. Только в 1934 году в Германии и Советском Союзе заработали производства, основанные на гидролизе древесины, разбавленной серной кислотой. При таком методе гемицеллюлоза гидролизировалась полностью, древесная целлюлоза на 70–80%,

а из одной тонны древесины получали до 500 кг смеси гексозных и пентозных сахаров.

Правда, растворы сахаров получались очень разбавленными (3–5%), в них было много различных примесей (неуглеводных компонентов древесины) и продуктов распада сахаров. Самостоятельной пищевой ценности гидролизаты древесины не имели, зато такой раствор легко можно было сбродить и получить этиловый спирт либо вырастить дрожжевую биомассу, то есть получить продукты, которые до этого делали исключительно из пищевого сырья.

*Сейчас, когда «нефтяной век» заканчивается, возникает вопрос: как обеспечить человечество продовольствием при дефиците ископаемого топлива?*

Очевидно, что в 1934 году гидролизные заводы создавали вовсе не для решения экологических проблем: нужен был каучук, для каучука — бутадиен, для бутадиена — этиловый спирт. А во время и после войны, как в Германии, так и Советском Союзе, древесина осталась единственным доступным непищевым углеводным сырьем для производства спирта. В годы Великой Отечественной войны его нужно было еще больше, но никто и помыслить не мог делать спирт из зерна или картофеля, поэтому в

самые тяжелые военные годы (1942–1944) пустили в эксплуатацию Архангельский, Тавдинский, Канский и Саратовский гидролизные заводы. Каждый завод, помимо выпуска стратегического продукта, сэкономил до 40 000 тонн зерна в год, которое спасло от голода более 900 000 человек.

Расцвет отечественной гидролизной промышленности пришелся на 70-е годы прошлого века. Спирт как конечный продукт гидролизного производства потерял свое значение, производства переориентировались на выпуск белковых кормовых дрожжей. В стране работали 46 гидролизных заводов, которые давали более 450 тыс. т/год кормового белка и 140 млн. литров этилового спирта. Это же количество могло быть получено с 270 тыс. га посевов сои и 280 тыс. га пшеницы. Площадь же леса, необходимого для обеспечения сырьем такого производства, была всего 14 тыс. гектаров. Более того, в качестве сырья для гидролизных заводов никогда не использовали «деловую» древесину, а только дрова и отходы лесопиления.

Параллельно с развитием действующей технологии в Советском Союзе и Германии шли работы по созданию других процессов гидролиза, в том числе с помощью концентрированных кислот: серной и 41–58%-ной хлористоводородной. Новая технология предполагала совсем другой процесс — он проходил при температуре 40–80°C, не сопровождался распадом сахаров и позволял получать довольно чистые концентрированные растворы сахаров (20%) с выходом до 600 кг из 1 т древесины. Такие растворы уже имели самостоятельную кормовую и пищевую ценность, их можно было использовать для получения чистых углеводных про-

Таблица

Сравнение энергозатрат при производстве спирта из растительной биомассы

Наименование сырья	Расход сырья	Расход энергии на получение 1 т сырья	Сумма затрат энергии на сырье	Затраты энергии на процесс	Суммарный расход энергии	Количество побочных продуктов	Компенсация затрат на производство побочных продуктов	Общий баланс энергии на процесс
	Т	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал	кг	Гкал	Гкал
Кукуруза	2,5	1,20	3,00	6,80**	9,80	850	1,02	8,78
Пшеница	2,8	1,32	3,70	7,40**	11,10	1050	1,26	9,84
Древесина 1	5,9	0,24	1,42	4,40*	5,82	480	0,58	5,24
Древесина 2	5,0	0,24	1,20	3,30*	4,50	450	0,54	3,96

Древесина 1 — древесина, полученная гидролизом разбавленной серной кислотой.

Древесина 2 — древесина, полученная гидролизом концентрированной соляной кислотой.

\* С учетом использования влажного древесного лигнина (6200 кг) в качестве котельного топлива.

\*\* С включением затрат тепла на сушку барды.

При расчете были приняты среднеотраслевые нормы расхода сырья, материалов и энергоресурсов на производство спирта. Чтобы можно было сравнить различные виды энергии, используемые на тот или иной процесс, для электроэнергии введен коэффициент 0,4, для пара — 0,75.

При расчете затрат энергии на утилизацию отходов производства предполагалось, что они используются полностью и из них получается сухой белковый кормовой продукт, эквивалентный по питательной ценности пшенице.



дуктов (медицинской глюкозы, глюкозо-фруктозных сиропов, кормовой патоки), а также продуктов их биохимической переработки (микробного белка, аминокислот, жиров, антибиотиков, ферментных препаратов, ксилита, этилового спирта и т. д.).

*В сущности, все деревья  
плодоносны, просто  
не всякий плод съедобен  
для человека.*

*Фазиль Искандер*

Несмотря на ее очевидные преимущества, технологию гидролиза концентрированными кислотами остановили на опытно-промышленной стадии. В 60-х годах казалось, что индустриализация сельского хозяйства скоро решит все проблемы продовольствия, и уже никто не думал об экономии сырья пищевого назначения...

Сейчас из-за ухудшения экологической обстановки было бы полезно вспомнить технологии переработки древесины. Ведь это и есть та самая возможность производить пищевые и кормовые продукты с минимальным расходом ископаемого топлива, одновременно не влияя на естественные экосистемы.

## Лес вместо поля: экология плюс энергия

Продукты для питания и корма — это энергия для роста и жизнедеятельности, но для их получения также нужна энергия. Чем меньше энергии расходуется на получение единицы продукта и чем меньше энергия не утилизируемых отходов производства, тем меньше воздействие на окружающую среду.

Посчитаем, сколько нужно затратить энергии, чтобы получить 1000 л этилового спирта из древесины и зерна в климатических условиях Центральной России (см. таблицу). При этом надо помнить: выращивание зерна требует

помимо солнца топливно-энергетических затрат на обработку почвы, производство удобрений и средств защиты растений, и все это нужно учесть в общем энергетическом балансе производства. В то же время если использовать древесину, то дополнительная энергия расходуется только на ее заготовку, транспорт и измельчение. Более того, лигнин — неуглеводную часть древесины, можно использовать в качестве котельного топлива (теплотворная способность влажного лигнина около 2500 ккал/кг) для компенсации энергозатрат, идущих на гидролиз целлюлозы.

Из приведенных в таблице данных видно, что использование древесины энергетически значительно эффективнее. Этот вывод тем более ценен, что в настоящее время ученые разрабатывают проекты производства топливного этанола из сельскохозяйственной продукции. Причем все это делается под «экологическим» лозунгом замены ископаемого топлива на возобновляемое, растительное. Однако на получение 1000 л этанола (с теплотворной способностью 5 Гкал) из кукурузы нужно потратить около 9 Гкал ископаемого топлива! Может, в США это и имеет какой-то смысл, поскольку там постоянное перепроизводство зерна и получение топливного этанола из этого ценного продукта дотирует государство. Но гораздо выгодней заняться гидрогенизацией углей с прямым получением из него моторных топлив или развивать производство топливного этанола из биомассы леса.

Что же касается пищевых продуктов и кормов, то получать из древесины сахар, глюкозо-фруктозные сиропы, кормовую патоку и кормовой белок не только экологически, но и экономически более целесообразно, чем выращивать сахарную свеклу или сою.

## Перспективы

Эпиграф к этой статье указывает наиболее целесообразный путь производства продуктов питания. Брать только то, что дает сама Природа, и грамотно пользоваться ее дарами, не пыта-

ясь разрушить сложившуюся экосистему.

Самый большой дар природы — лес, и только он, в условиях нарастающего дефицита ископаемого топлива, накормил человечество. Для России — страны с громадными лесными ресурсами, страны, большая часть которой лежит в зоне рискованного земледелия, развитая гидролизная промышленность — это практически единственный путь получения продовольственной независимости.

Продуктами гидролитической переработки древесины могут стать не только традиционные спирт, фурфурол, кормовые дрожжи, кормовая патока и пищевая глюкоза, но и продукты биохимической переработки глюкозы — глюкозо-фруктозные сиропы, белковые изоляты, аминокислоты, витамины, ферменты, жиры и т. д.

Есть еще один сопутствующий эффект — расширение площади лесов поможет снизить эффект от выбросов парниковых газов, что особенно актуально в связи с вступлением в силу Киотского протокола.

Конечно, суть предложения — не немедленная ликвидация пахотных земель и посадка там леса. Леса растут медленно, да и заводы строятся не мгновенно. Речь — о тенденциях. Нужно кормовую, пищевую и химическую промышленности ориентировать на использование древесины в качестве сырья, поскольку она требует значительно меньших энергетических затрат на воспроизводство, чем сельскохозяйственная продукция. С уменьшением запасов нефти, газа и угля, сельскохозяйственное производство будет дорожать, продуктивность его падать, а лес как рос, так и будет расти...

### Что еще можно прочитать о гидролизной переработке древесины

Ю.И.Холькин. Технология гидролизных производств. М.: Лесная промышленность, 1989.



# Отцы и дети в физиологии

## клетки

*Последние 50 лет наука все больше специализируется, что особенно заметно в быстро развивающихся областях. В этом естественном процессе кроется малозаметная, но реальная угроза научному методу. Классики науки, ее отцы, были и остаются для нас титанами, творцами новых взглядов и теорий, которые охватили широчайший круг явлений. Они имели фантастический кругозор, их теории объясняли феномен как целое. Но все сказанное об отцах, к сожалению, нельзя перенести на детей — на современных ученых. В результате катастрофической специализации их кругозор невероятно сузился. Они знают все больше о все меньшем, или, как кто-то сказал, «все ни о чем». С теориями отцов дети знакомы только по учебникам, сами же не в состоянии мыслить масштабно. Узость мышления привела к тому, что сейчас некому делать выбор между конкурирующими теориями, претендующими на фундаментальные обобщения. Я поясню это на примере специалистов, занимающихся клеткой, но совершенно уверен, что подобная ситуация сложилась и в других областях. Наука в опасности.*

### **Научный метод в эпоху специализации**

По мнению Карла Поппера, научный метод, то есть основной инструмент научного исследования, — это, во-первых, осознание проблемы (например, провал прежней теории); во-вторых, предложение нового решения (новой теории); в-третьих,

выводы из этой теории, которые можно проверить, предсказания; в-четвертых, выбор среди соперничающих теорий наиболее подходящей. Рассмотрим, как изменился научный метод под влиянием углубляющейся специализации в науке.

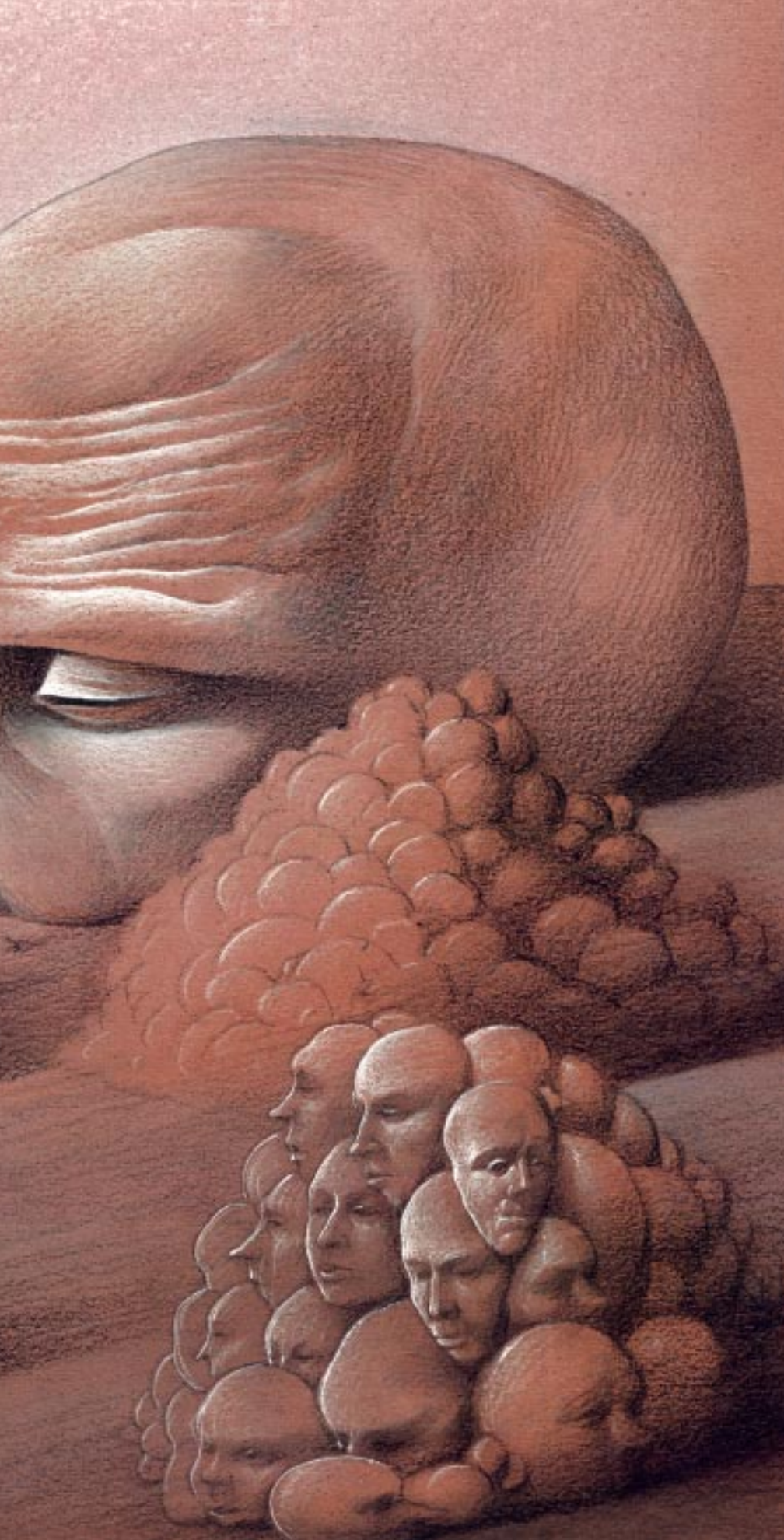
Подавляющее число авторов, пишущих о научном методе, находят самые яркие примеры его применения в истории физики. Крушение теории Птолемея, становление системы Коперника, возникновение классической физики Ньютона, теория Эйнштейна... Но представим себе на минуту: в XIX веке, после 300-летнего развития механики, глубина специализации в физике достигла таких пределов, что появились ученые-эксперты только одного закона Ньютона, которые уже плохо понимают все остальные его законы. Физика, как и современная биология, распалась бы в таком случае на множество полунезависимых «графств» и «государств».

Теперь вопрос: было бы возможно в этом случае появление Эйнштейна и его теории? Кто в таком странном научном сообществе смог бы оценить всю важность его нового взгляда на физическую природу мира и сделать осознанный выбор между классической механикой и теорией относительности? Ответ очевиден: появление теории Эйнштейна было бы невозможным. Некому было бы и оценить ее, поскольку и для создания теории, и для ее оценки необходимо понимание физики как целого и такое целостное знание должно реализоваться в какой-то одной голове.

Роль личности-творца не может заменить ни совет экспертов, ни конференция, ни даже международный конгресс. История науки не знает примера, когда какое-либо открытие сделал симпозиум, а не отдельная личность. Следовательно, только личность может придать знанию целостность и логическую стройность. Научный метод работает до тех пор, пока он, от первого до последнего пункта, способен уместиться и работать в чьей-либо голове. В условиях, когда один эксперт владеет только первым

Кандидат  
биологических наук  
**В. В. Матвеев**  
Институт  
цитологии РАН





Художник С. Дергачев



## РАЗМЫШЛЕНИЯ

законом Ньютона, а другой — только вторым, научный метод перестает существовать и становится мифом.

Чтобы сохранить научный метод в работоспособном состоянии при большом объеме знаний, область исследования неизбежно дробится, отдельные области мельчают ровно настолько, насколько это необходимо для того, чтобы интеллект одного человека был в состоянии оперировать с ней как с логически замкнутой конструкцией.

Так, если с начала XIX века по 60-е годы прошлого века предметом исследования цитологии была клетка как целое, то начиная с 1970-х годов учение о клетке вышло за пределы компетенции отдельно взятого специалиста. Именно на этом рубеже сделаны последние попытки дать обобщенное представление фундаментальных свойств клетки (Бойль, Конвей, 1941; Ходжкин, 1951; Линг, 1962; Насонов, 1962; Гудвин, 1963; Трошин, 1966; Уодингтон, 1968). Последние изменения общепринятой парадигмы в современной истории физиологии клетки связаны с усовершенствованием мембранной теории Бойлем, Конвеем (1941) и Ходжкин (1951), с гипотезой натриевого насоса Дина (1941) и с предположением Скоу (1957) о том, что Na, K-АТФаза как раз и является тем самым натриевым насосом. Позднее столь масштабных попыток теоретического обобщения наших знаний о клетке уже никто не предпринимал, потому что их объем, видимо, значительно превысил возможности интеллекта одного ученого.

Рассмотрим сложившуюся ситуацию на примере конкурирующих теорий в физиологии клетки.

### Конкурирующие теории

Какую бы сторону жизнедеятельности клетки вы ни взяли, вы неизбежно столкнетесь с вопросами. Первый — почему одни вещества легко проникают в клетку, другие труднее, третьи практически вообще не проникают (то есть она обладает полу-

проницаемостью)? Второй — почему вещества (например, ионы  $K^+$  и  $Na^+$ ) распределяются между клеткой и средой неравномерно: одних больше в клетке, чем в среде, других, наоборот, больше в среде, чем в клетке (свойство избирательности)? Третий — каким образом клетка генерирует электрический потенциал? И четвертый — почему клетке удается поддерживать осмотическое равновесие со средой (осмотические свойства)? От того, как вы отвечаете на эти вопросы, коренным образом зависят все остальные представления о клетке, включая понимание на молекулярном уровне. Поэтому эти свойства — фундаментальные.

Существует два способа объяснения. Первый — общепризнанная, господствующая мембранная теория, сформулированная впервые более 100 лет назад. Каждый, кто интересуется биологией, сталкивается с этой теорией еще на школьной скамье и продолжает знакомство с ней в университете. Однако для ученых это не просто теория, а скорее стиль мышления. Если у отцов мембранной теории и была доля здоровой неуверенности в своей правоте, то у их сыновей отсутствуют всякие сомнения в истинности полученного теоретического наследия.

Согласно мембранной теории, все четыре фундаментальных свойства клетки объясняются свойствами мембраны, отделяющей ее содержимое от внешней среды. При таком подходе физиология клетки сводится, по существу, к физиологии пленки, толщиной всего около 100 А. Содержимое клетки, согласно этой теории, можно рассматривать в качестве простого водного раствора всех ее компонентов, принципиально не отличающегося от раствора этих же веществ в пробирке. Внутренняя структура клетки, свойства разнообразных белковых комплексов и их роль в определении фундаментальных свойств клетки, все то, что было сделано за последние 50 лет бурного развития цитологии, — все это оказалось невостребованным логикой мембранной теории. Единственное, что нужно этой теории от содержимого клетки, — это способность ее компонентов «плавать» в растворе. А распределение ионов и других веществ вне и внутри клетки обеспечивают насосы — белковые комплексы в мембране, которые перекачивают те же ионы  $Na^+$  и  $K^+$  против градиента концентраций. Здравый смысл должен испытывать хотя бы слабые сомнения в том, что одна только плаз-

матическая мембрана, составляющая по массе тысячные доли процента от массы всей клетки, способна регулировать ионный состав внутриклеточной среды в масштабах, в миллионы раз превышающих ее собственный объем.

У мембранной теории есть замечательный объект, чтобы рассеять эти сомнения. Из гигантской нервной клетки (аксона) кальмара можно удалить все содержимое (аксоплазму), оставив только мембрану; получившийся препарат цитологи называют тенью аксона. Из-за своих больших размеров этот препарат не требует сложных технических ухищрений и процедур, с ним можно экспериментировать даже в школьном кабинете биологии. С тех пор, как в 1961 году появилась методика, позволяющая делать тени аксона, мембранной теории впервые за всю историю ее существования представилась возможность экспериментально доказать реальность  $Na$ ,  $K$ -насоса: заменить аксоплазму морской водой («родной» для аксона кальмара стихией) или другим раствором с преобладанием  $Na^+$  над  $K^+$ , добавить в нее необходимые для работы насоса энергоносители (АТФ, аргининфосфат и т. п.) и посмотреть, будет ли  $Na^+$  откачиваться в окружающую среду, а  $K^+$  накапливаться внутри аксона-призрака. Если теория верна, то со временем внутриаксональная жидкость приобретет типичный для живой клетки ионный состав (с преобладанием  $K^+$  над  $Na^+$ ).

В 1963 году известный электрофизиолог Р.Д.Кейнес сообщил на семинаре в Пенсильванском университете, что все попытки такого рода закончились неудачей. До сих пор решающий эксперимент на аксоне кальмара остается несбыточной мечтой мембранной теории.

Кстати, об энергетике всего «парка» систем активного транспорта, постулированного мембранной теорией. Начиная с 50-х годов представление о роли АТФ как универсального источника энергии для биологических процессов не изменилось. Однако изменилась оценка того количества энергии, которое эта молекула способна дать: в 70-е годы она снизилась с 10–12 ккал/моль до 3–5 ккал/моль. Девальвация АТФ ставит вопрос об энергетическом крахе клетки, если смотреть на ее энергетику с позиций мембранной теории. Даже если верна первоначальная оптимистическая оценка энергетической ценности АТФ, то для обслуживания только натриевого насоса (учитывая реально наблюдаемую интенсивность

обмена  $Na^+$  между клеткой и средой) необходимо, по Лингу, в 30 раз больше АТФ, чем клетка способна синтезировать. А к настоящему времени постулировано уже около 30 транспортных систем, каждой из которых также требуется АТФ. В литературе отсутствуют не только независимые расчеты энергетического баланса клетки, но и какие-либо другие, что весьма красноречиво.

Другой повод для сомнений — наличие странного исключения. Оказывается, кислород концентрируется в эритроците не потому, что его закачивает в клетку специальный насос. Он концентрируется в клетке потому, что адсорбируется гемоглобином. Никакой кислородной помпы нет. Теперь зададимся простым вопросом: неужели природа воспользовалась механизмом адсорбции только один раз? Отрицательный ответ на этот вопрос дает другой подход к объяснению фундаментальных свойств клетки — теория ассоциации - индукции (ТАИ).

В отличие от мембранной теории у ТАИ (см. «Химию и жизнь» 1994, № 8) только один автор — Гилберт Линг, который сформулировал ее в 1962 году. Он полагает, что случай с кислородом не исключителен, а отражает общее правило: сорбция на внутриклеточных структурах (или отсутствие таковой) играет важную роль в распределении веществ между клеткой и средой. Все четыре фундаментальных свойства клетки объясняются в конечном счете сорбционными процессами в цитоплазме и ядре. Плазматическая мембрана и другие мембраны клетки также вовлечены в процессы сорбции-десорбции. Принципиально и то, что тонкая структура цитоплазмы и ядра играют, согласно ТАИ, решающую роль в распределении веществ между клеткой и средой. Клетка нужна ТАИ именно как организованная структура, а не как мыльный пузырь.

В рамках этой теории цитоплазма — не «бульон», а организованная, структурированная система, включающая в себя в том числе и клеточную воду. При таком взгляде на клетку каналы, переносчики и насосы, постулированные мембранной теорией, теряют значение структур, соединяющих два водных бассейна — раствор внеклеточный с внутриклеточным. С точки зрения ТАИ эти специализированные структуры играют триггерную, рецепторную, сигнальную роль. Локальные изменения ионного состава в небольшом объеме дают толчок дальнейшим событиям, имеющим важную регулятор-



ную функцию. Однако представление о том, что каналы и насосы способны в глобальном масштабе менять ионный состав клетки, представляется сейчас отголоском максимализма их первооткрывателей.

Что мы имеем в итоге? Признанная теория находится вне всякой критики, поскольку нет в живых ни носителей этой теории, которые смогли бы менять в ней что-нибудь или вовсе отказаться от нее, ни достойных критиков, широта мышления которых позволяла им видеть изъяны в фундаментальных конструкциях. В результате широкие обобщения прошлого оказались вне естественного процесса обновления, вне критики. Конкурирующая теория стоит на обочине научного движения, и ее преимущества перед классическим знанием уже некому оценить.

Между тем ТАИ кажется интересной потому, что она по своему теоретическому складу напоминает классическую физическую теорию, в которой множество следствий логически выводится из нескольких исходных постулатов. Логичность теории, ее связность позволяет свести к одному знаменателю разнообразные факты, которые, казалось, не имеют между собой ничего общего. Логика теории становится тем инструментом, который позволяет воссоздать целое из частей, формирует предпосылки широкого взгляда на проблему, благодаря которому молекулы сами собираются в структуры, а структуры в клетку.

Плодотворность ТАИ — еще и в нестандартных подходах, в постановке интересных экспериментальных задач. О потенциале ТАИ свидетельствуют и монографии Линга, в которых он рассматривает основы теории, ее приложения для объяснения различных физиологических механизмов на уровне клетки и отдельных структур. Теоретическая цельность ТАИ позволяет видеть скрытые недостатки мембранной теории. Несмотря на то что последняя общепризнанна, нельзя утрачивать к ней критического отношения. Слепая вера в ее истинность может привести лишь к накоплению методологических и теоретических ошибок. Нужно всегда помнить, что не существует теорий, которые не сталкивались бы с противоречащими им фактами (Поппер, 1959).

Болезненный симптом я вижу и в том, что имеющиеся экспериментальные свидетельства в пользу ТАИ, пусть и сравнительно немногочисленные, научное сообщество игнорирует. Нет проверок, нет опровержений, нет анализа возможной теоретической несо-

стоятельности ТАИ. А ведь речь идет о публикациях Линга и других независимых авторов в авторитетных научных журналах. Игнорирование само по себе разрушает научный метод, разрушает науку как инструмент получения достоверного знания. Куда полезней для ученого было бы знание двух языков: языка мембранной теории и языка ТАИ. Если бы эксперименты проводили с учетом методологических требований обеих концепций, то видимость истины перестала бы угрожать науке. Игра стала бы честной, и тогда — пусть победит сильнейший. Но кому придет в голову изучать эти метаязыки клеточной физиологии, если всеобщее внимание поглощено деталями, а горизонт мысли измеряется нанометрами?

Возникает важный, как мне кажется, вопрос: кто в наше время способен оценить полноту соответствия фактам мембранной теории, окончательно сложившейся полвека назад? Кто может сделать выбор между мембранной теорией и ТАИ или любой другой конкурирующей теорией? Мой ответ на все эти вопросы: такой выбор сейчас делать некому. Сыновья науки уверовали в непогрешимость своих отцов и уже на протяжении десятилетий не ставят под сомнение мембранную теорию хотя бы потому, что не владеют ею. Эта вера противоречит духу науки, не принимающему ничего на веру, и неизбежно приведет со временем к превращению мембранной теории в своего рода галлюцинацию. Но дело не в одной только мембранной теории. Любое крупное обобщение прошлого и настоящего со временем неизбежно превратится в галлюцинацию по мере дробления науки на все более мелкие области исследования. На смену Эйнштейну космического масштаба приходят эйнштейны наноструктур.

Уже возникла или может возникнуть ситуация, когда ученые, владеющие самыми современными методами исследования на молекулярном уровне, руководствуются в своей работе устаревшими или даже ошибочными представлениями общего характера,

доставшимися им от эпохи классицизма. Теории прошлого, вместо того чтобы всегда быть под подозрением, превратились в догмы.

## Больная наука

Итак, в наше время перестали работать 1-й и 4-й элементы научного метода. Специализация в биологии достигла такого масштаба, что исследователи, занимающиеся однотипными клеточными структурами, например каналами, живут в параллельных мирах: исследователи Na-каналов не видят смысла в общении с исследователями Ca-каналов и тем более с теми, кто изучает каналы для органических молекул. При этом их понимание мембранной теории, в рамках которой эти каналы обретают смысл, остается на уровне университетского курса. Когда кто-то занят изучением молекулярной и даже субмолекулярной структуры какого-либо канала, то с кругозором величиной с его просвет «осознание проблемы» становится невыполнимой задачей. Понятно, что без первого шага необходимость в 4-м даже не возникает. А ведь выбор между конкурирующими теориями — задача неизмеримо более сложная, чем просто осознание существующей проблемы. Таким образом, научный метод продолжает работать, но уже в рамках суженной, молекулярной исследовательской программы. На теоретическом уровне научного метода больше нет.

Одно из свидетельств своей правоты я усматриваю в том, что в литературе отсутствуют монографии, объясняющие фундаментальные свойства клетки с последовательных теоретических позиций. И если еще можно говорить о ньютонах (отцах) мембранной теории, то об ее эйнштейнах (детях) говорить уже не приходится. Вместо новых широких обобщений мы имеем широкий круг обзоров по электропотенциалам, или по проблемам полупроницаемости, или по осмотическим свойствам клетки, но эти проблемы никогда не



# «Мы трансфретируем Секвану...»



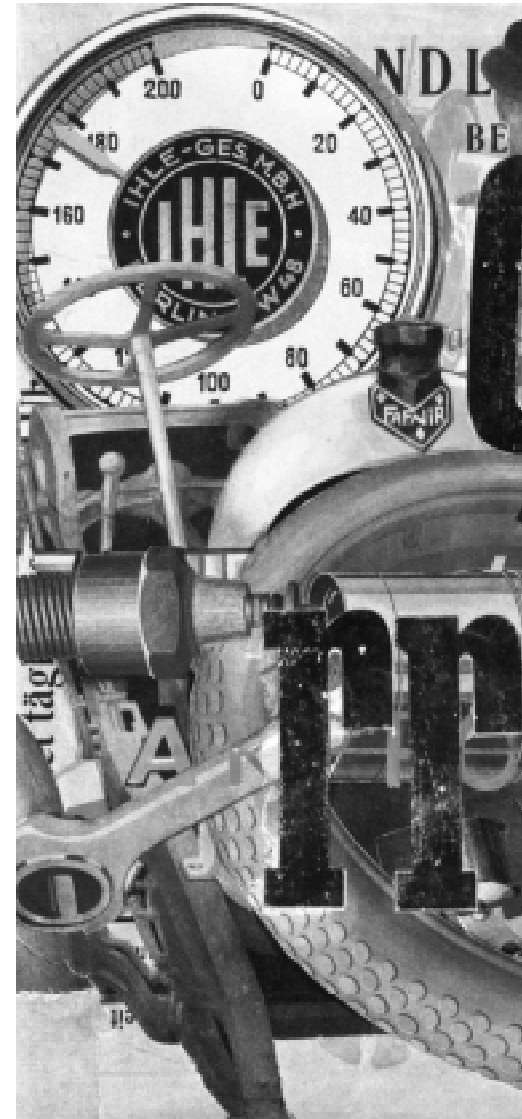
рассматриваются вместе в одной работе с позиций логически замкнутого теоретического подхода. Авторы подобных обзоров предпочитают касаться лишь отдельных аспектов.

Еще одно свидетельство деградации кругозора ученого — превращение физиологии клетки в физиологию живой молекулы. Клетка как целое ушла в историю. Из университетов выходят специалисты, которые хорошо представляют себе работу только какой-нибудь части клетки, причем специалист ценится тем выше, чем ограниченной сфера его компетенции. Такие термины, как «протоплазма» и «цитоплазма», употребляются все реже и реже. Уже начали появляться статьи, в которых отсутствует даже термин «клетка».

Есть и другие признаки. Рост числа соавторов публикаций иногда достигает уже нескольких сотен. Неуклонно растет число специализированных журналов и конференций. Возрастает средняя длина формулировок сущности открытий, за которые присуждены Нобелевские премии, при этом число открытий снижается, а их значимость может верно оценить все более узкий круг специалистов. В наше время даже нобелевские лауреаты — специалисты узкого профиля. Вообще, в науке масштаб и важность исследований становятся все меньше, а публикаций — все больше! Это означает, что затраты на науку растут, а их отдача уменьшается. Но если экономические последствия специализации уже очевидны и их широко обсуждают, то интеллектуальная угроза, нависшая над наукой, все еще ускользает от внимания общественности.

*По материалам статьи Matveev VV, Wheatley DN, «Fathers» and «sons» of theories in cell physiology: the membrane theory. Cellular and Molecular Biology, Vol 51(8): 797-801, 2005.*

**П**осле рассуждений с точки зрения Карла Поппера о судьбах научного знания вполне уместно обратиться к его оппоненту — Людвигу Витгенштейну. Этот великий философ считал, что главная проблема состоит в слабой способности людей понять друг друга и договориться о терминах, в связи с чем создание идеального языка, на котором и должно происходить общение ученых, представляет собой дело первейшей необходимости. В справедливости этих слов вполне можно убедиться, пролистав научные журналы, принадлежащие к разным дисциплинам. Более того, возникает впечатление, что научный язык специально перегружен терминами, точный смысл которых известен только посвященным. Цель же — отсечь непосвященных от сути исследований в той или иной дисциплине. Ну, или от отсутствия этой сути. В самом деле, зачем, скажем, специалист по металлам называет частицы второй фазы, образовавшиеся при фазовом превращении, выделениями, а специалист по оксидным системам точно такие же частицы — преципитатами? Почему — понятно, в англоязычной литературе эти частицы называют *precipitations*. Но вот ответа на вопрос «зачем?» — нет. Наверняка каждый из читателей может привести свою коллекцию аналогичных примеров. Впрочем, эта проблема отнюдь не нова, схожий прием использовали и средневековые схоласты, о чем ярко свидетельствует книга великого насмешника Франсуа Рабле о жизни Пантагрюэля, короля дипсодов, в частности ее шестая глава, где Пантагрюэль встретил лимузинца, коверкавшего французский язык. Вот этот текст, взятый из книги Франсуа Рабле «Гаргантюа и Пантагрюэль» (перевод Н.Любимова).



Как-то раз, не сумею сказать — когда именно, Пантагрюэль после ужина прогуливался со своими приятелями у городских ворот, где берет начало дорога в Париж. Здесь он повстречал весьма миловидного студента, шедшего по этой дороге, и, поздоровавшись с ним, спросил:

— Откуда это ты, братец, в такой час?

Студент же ему на это ответил:

— Из альмаматеринской, достославной и достохвальной академии города, нарицаемого Лютецией.

— Что это значит? — обратился к одному из своих спутников Пантагрюэль.

— То есть из Парижа, — отвечал тот.

— Так ты из Парижа? — спросил студента Пантагрюэль. — Ну, как же вы, господа студенты, проводите время в этом самом Париже?





АРХИВ

жаю олимпийского, величаю верховного светоподателя, сострадаю ближнему моему и воздаю ему любовью за любовь, соблюдаю десять заповедей и по мере сил моих не отступаю от них ни на шаг. Однокорум поеликве мамона не пополнирует ни на йоту моего кошелькабуса, я редко и нерадиво вспомоществую той голытьбарии, что ходит под окнами, молендо подаяния.

— А, да пошел он в задницу! — воскликнул Пантагрюэль. — Что этот сумасшедший городит? Мне сдается, что он нарочно придумал какой-то дьявольский язык и хочет нас обморочить.

На это один из спутников ему сказал:

— Сеньер! Этот молодец пытается обезьянничать с парижан, на самом же деле он обдирает с латыни кожу, хотя ему кажется, что он подражает Пиндару; он совершенно уверен, что говорит на прекрасном французском языке — именно поэтому, что говорит не по-людски.

— Это правда? — спросил Пантагрюэль.

Студент же ему на это ответил:

— Сениор миссер! Гению моему несродно обдираре, как выражается этот гнусннссимный сквернословус, эпидермный покров с нашего галликского вернакула, — вицеверсотив, я оперирую в той дирекции, чтобы и такум и сякум его обогатаре, дабы стал он латинокудрым.

— Клянусь Богом, я научу тебя говорить по-человечески! — вскричал Пантагрюэль. — Только прежде скажи мне, откуда ты родом.

На это ему студент ответил так:

— Отцы и праотцы мои генеалогиируют из регионов Лимузинских, идеже упокоется прах святителя Марциала.

— Понимаю, — сказал Пантагрюэль, — ты всего-навсего лимузинец, а туда же суешься перенимать у парижан. Поди-ка сюда, я тебе дам хорошую выволочку!

Тут он схватил его за горло и сказал:

— Ты обдираешь латынь, ну, а я, клянусь Иоанном Крестителем, заставлю тебя драть козла. Я с тебя с живого шкуру сейчас сдеру!

Тут бедный лимузинец завопил:

— Эй, барчук, слышь! Ой, святой Марциал, помоги! Ох, да отступись ты от меня за ради Бога, не трожь!

— Вот сейчас ты заговорил по-настоящему, — заметил Пантагрюэль.

И с этими словами он его отпустил, ибо бедняга лимузинец в это самое мгновение наложил полные штаны, задник же на штанах у него был с прорезами.

— Святой Алипентин, ну и аромат! — воскликнул Пантагрюэль. — Фу, вот навонял репоед проклятый!

Итак, Пантагрюэль отпустил его. Однако ж воспоминание об этом происшествии преследовало лимузинца всю жизнь, и до того он был этим потрясен, что все ему чудилось, будто Пантагрюэль хватает его за горло, а несколько лет спустя он умер Роландовой смертью (то есть от жажды. — Примеч. ред.), в чем явственно виден гнев Божий, и пример этого лимузинца подтверждает правоту одного философа у Авла Геллия, утверждавшего, что нам надлежит говорить языком общепринятым и, по выражению Октавиана Августа, избегать непонятных слов так же старательно, как кораблеводитель избегает подводных скал.

Студент ему на это ответил так:

— Мы трансфретируем Секвану поутру и ввечеру, деамбулируем по урбаническим перекресткусам, упражняемся во многолатиноречии и, как истинные женолюбусы, тщимся снискать благоволение всесудящего, всеобличьяприемлющего и всеродящего женского пола. Чрез некоторые интервалы мы совершаем визитации лупанариев и в венерном экстазе инкулькируем наши веретры в пенитиссимные рецессы пуденд этих амикабилиссимных меретрикулий, а затем располагаемся в тавернах «Еловая шишка», «Замок», «Магдалина» и «Мул», уплетандо отменные баранусовые лопаткусы, поджарентум кум петруцка. В тех же случаях, когда карманари нос-три тощаю и пребывают эксгаустными от звонкой монеты, мы расставамус с нашими либрисами и с лучшими нашими орнаментациями и ожидамус посланца из отеческих ларов и пенатов.

Тут Пантагрюэль воскликнул:

— На каком это чертовом языке ты изъясняешься? Ей-Богу, ты еретик!

— Сениор, нет, — возразил студент, — ибо едва лишь возблещет первый луч Авроры, я охотнссиме отправляюсь во един из велелепейших храмов, и там, окропившись люстральной аквой, пробурчав какую-нибудь стихиру и отжарив часы, я очищаю и избавляю свою аниму от ночной скверны. Я убла-



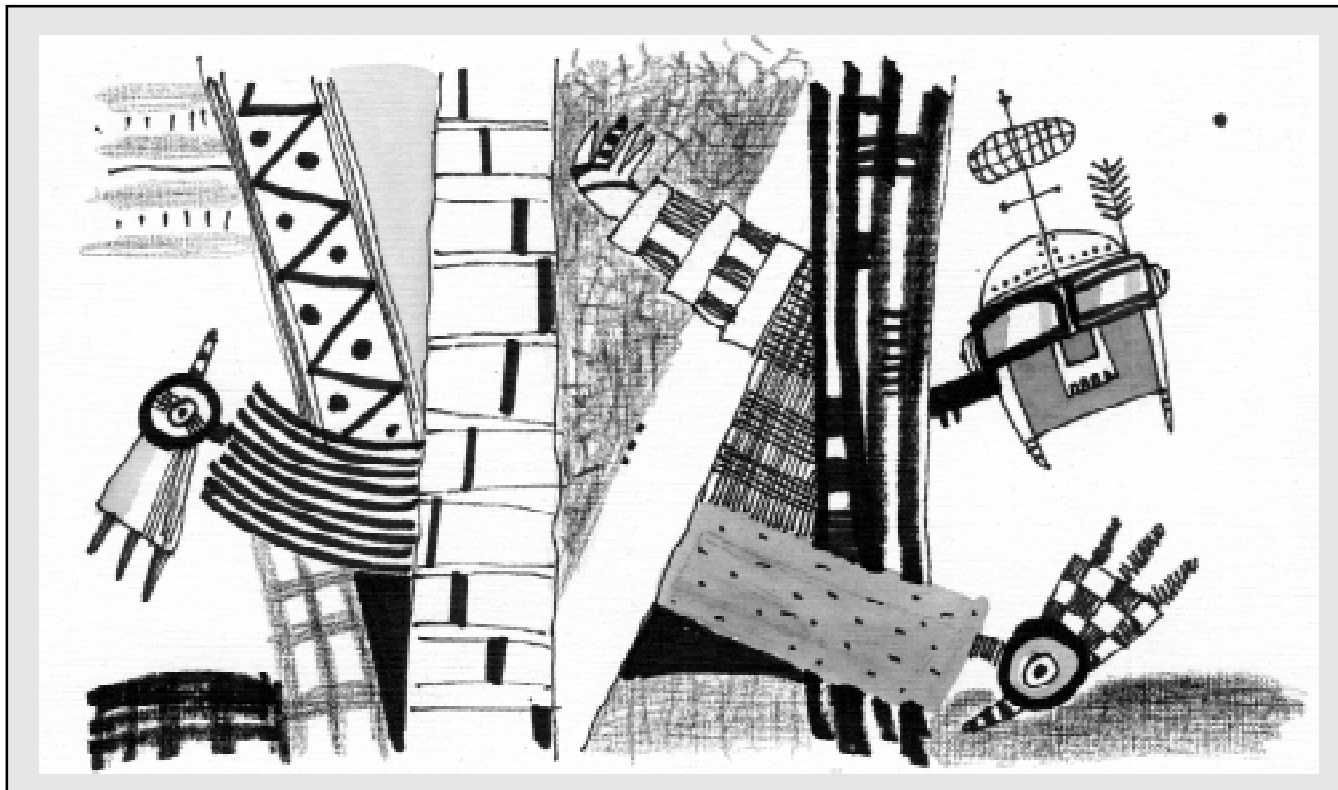
# РОССИЙСКИЙ ФОНД БЕЗОСНОВАТЕЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

(Russian Found of Baseless Research)

при поддержке Академии противоестественных наук, Международного университета окончательного образования, Института благородных юнцов им. Д.А.Митрофанушко, общества букволюбов «Книгоед» и АО УА

## ПРОВОДИТ

### Конкурс по поддержке неталантливых ученых и перспективных неучей



#### **Цель и задачи конкурса**

*В отличие от организаторов всех других конкурсов, мы стремимся поддержать не талантливых ученых и студентов, а, напротив, тех, чьи успехи не видны вооруженным глазом. Отечественный и зарубежный опыт показывает, что только при достаточной финансовой поддержке они могут достичь степеней известных (бакалавр, магистр, кандидат наук, доктор наук, академик).*

#### **Виды конкурсов**

**А)** Конкурс инициативных научных проектов: инициатива подачи заявки на грант исходит от руководителя проекта. Проект выполняется сотрудниками научного учреждения, в котором хранится трудовая книжка руководителя;

**Б)** Образовательный конкурс для молодежи (не старше 62 лет) по специальностям, перечисленным в Приложении 2: исполнители образуют группу для решения задач, направленных на успешную сдачу руководителем проекта зачетных и экзаменационных сессий, курсовых и дипломных работ (проект рассчитан на 5 лет);

**В)** Конкурс фундаментальных инноваций: исполнители, назначенные руководителем проекта, образуют межлабораторную группу, занятую исследованиями, направленными на усиление финансовой поддержки руководителя проекта (с учетом инфляции заявка на грант подается ежегодно, сумма гранта в рамках данного конкурса прямо пропорциональна успешности реализации проекта в предыдущем году);

**Г)** Конкурс по модернизации и развитию материально-технической базы инициатора проекта. Исполнители — фирмы Renault, Ford, BMW, Nokia и другие (согласие фирмы не требуется).

#### **Правила подачи заявок**

Полный комплект необходимых документов в количестве 12 экземпляров следует опустить в урну, установленную у дома 32ъ по улице Гайдара. Каждый комплект документов должен быть прошит (белыми нитками). Исполнители проекта подписывают все бумаги, руководитель ставит четкий крестик на титульном листе.

#### **Срок подачи заявок**

С 1 апреля 2006 до 1 апреля 2007 г.

## Формы заявок

### Форма 1

#### Данные о руководителе

- 1.1. **Фамилия, имя, отчество**  
(выбрать из списка, Приложение 3).
- 1.2. **Пол** (1 – male, 2 – female, 3 – juvenile)
- 1.3. **Дата рождения**  
(1 – до и после «сухого закона», 2 – во время «сухого закона»)
- 1.4. **Травма головы**  
(0 – врожденная, N – приобретенная).
- 1.5. **Среднее образование**  
(1 – гимназия, 2 – церковно-приходская школа)
- 1.6. **Плата за год обучения в вузе (тыс. долл.)**.
- 1.7. **Средний балл в зачетке** (2; 2,5; 3).
- 1.8. **Количество языков, которыми вы не владеете**  
(включая русский).
- 1.9. **Число статей, отклоненных редакциями рецензируемых журналов.**
- 1.10. **Количество и марка изобретенных велосипедов.**
- 1.11. **Количество и марка разбитых автомобилей.**
- 1.12. **Место жительства**  
(1 – Москва, 2 – Петербург, 3 – прочее).
- 1.13. **Область интересов**  
(1 – Москва, 2 – Краснодарский край, 3 – Египет, 4 – США).

**Крестик руководителя проекта, заверенный отпечатком кулака директора института.**

### Форма 2

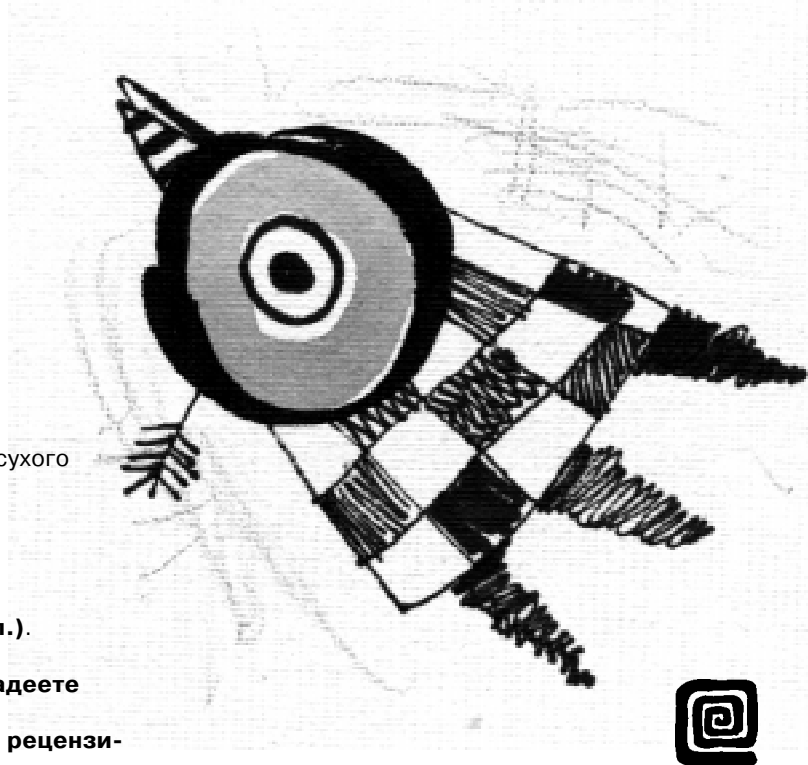
#### Финансовая заявка

*В п. 2.2.1 сумма приводится в долларах или евро, в пп. 2.2.2-2.2.3 – в рублях, в пп. 2.2.4.-2.2.5. – в копейках.*

- 2.1. **Ключевые слова** (назовите все известные вам научные термины и укажите, к какой области науки они, по вашему, относятся).
- 2.2. **Расходы, в том числе:**
  - 2.2.1. Руководителю проекта.
  - 2.2.2. Накладные расходы.
  - 2.2.3. Налоги и прочие выплаты.
  - 2.2.4. Оборудование и расходные материалы  
(для каждого предмета следует указать наименование, цвет, размер, материал, страну-производителя, стоимость, где будет куплен и как использован)
  - 2.2.5. Выплаты исполнителям (указать поименно, кому сколько будет выплачено и на что он потратит деньги; приложить смету и доверенность на имя руководителя проекта).

**«Руководитель проекта категорически возражает против публикации суммы гранта в открытой печати»**

**Крестик руководителя, проставленный в целях секретности чернилами, которые мгновенно выцветают при вскрытии конверта.**



ИНФОРМАЦИЯ

Приложение 2

### Специальности для участия в образовательном конкурсе

**При поддержке программы можно получить следующие профессии:**

- дефолтер экономики;
- кузнец собственного счастья;
- политкорректор;
- секвестратор образования;
- солист-маринолог;
- строитель финансовых пирамид.

**Программа предусматривает также финансирование обучения в магистратуре по следующим специальностям:**

- коррекция истории
- культура в натуре
- налоговая хирургия
- новорусский язык
- спортивная химия
- физика мягкого тела
- философия частного дела
- финансовая гигиена
- экономия культуры
- экономическая оптика
- юридическая алхимия

Примечание: Формы с 3-й по 125-ю заполняют исполнители проекта. Эти формы, а также Приложение 3 можно найти на официальном сайте Российского фонда безосновательных исследований: [www.rfbr.fbr.usa](http://www.rfbr.fbr.usa)

# Разные разности

Выпуск подготовили

О. Баклицкая,  
М. Егорова,  
Е. Сутоцкая

Источники:  
news@nature.com,  
EurekAlert!,  
PhysicsWeb, New  
Scientist, BBC News,  
www.sciencexpress.org

Исследователи из Флоридского университета в Гэйнсвиле (США) утверждают, что едва уловимые следы опиатных препаратов для анестезии, витающие в операционной, становятся причиной наркомании среди хирургов. П.Макаулиф и ее коллеги проанализировали данные за последние пять лет о 150 врачах своего штата, которые лечились или лечатся от наркотической зависимости. 12% из них составляют анестезиологи, доля которых в медицинском сообществе всего 5%, следом идут хирурги. Как правило, в своих вредных пристрастиях они останавливают выбор на опиатах из числа тех, что используются для приготовления анестезирующих средств. Если среди остальных специалистов только 25% выбирают эти вещества, то среди хирургов — 40%. При этом 94% хирургов и анестезиологов предпочитают фентанил.

Авторы работы уверены, что причиной пагубной склонности могут быть следы летучих анестезирующих средств. Они взяли пробы воздуха в операционных и обнаружили фентанил, например, вокруг иглолок для инъекций и в выдохе пациентов.

С тем, что источником проблем могут быть опиаты, согласны многие специалисты. Известно, в частности, что дети курильщиков чаще других приобретают их привычку. Считается, что изменения, происходящие у них в определенных областях мозга, помогают сформировать зависимость. То же, возможно, случается и с присутствующими в операционной. При этом важна длительность воздействия опиатов. Известно, что многие хирурги работают без маски и не делают перерывов. Теперь ученые планируют выяснить содержание фентанила у них в крови после долгой операции.

Тростниковые жабы — бич Австралии. Их завезли с Гавайских островов 70 лет назад для борьбы с вредителями сахарного тростника. Однако переселенцы стали угрожать представителям местной фауны: крокодилы, собаки динго и кенгуру поедают этих амфибий и умирают от яда, который содержится в их коже.

Сократить численность захватчиков пока не удается. Сейчас они распространяются по территории страны с устрашающей скоростью. Среди земноводных жабы традиционно считались самыми медлительными, однако ученые из Сиднейского университета выяснили, что это не так. Прикрепив на тело земноводных крошечные радиопередатчики, они обнаружили, что жабы перемещаются с чрезвычайно высокой скоростью. За ночь они проходят до 1,8 км, предпочитая путешествовать вдоль дорог. Совершают они марш-броски совершенно самостоятельно, вовсе не забираясь в грузовики, как полагают некоторые. Как им удается преодолевать такие расстояния? Изучив экземпляры этого вида, хранящиеся в музее, и исторические записи, авторы установили, что за 60 лет ноги тростниковых жаб стали на 25% длиннее, а скорость передвижения возросла в пять раз.

Среди позвоночных тростниковые жабы — первые, кому удалось столь быстро приспособиться к новым условиям жизни. Они разрушили твердое убеждение, что позвоночные животные не могут эволюционировать такими темпами.

Жабы-стайеры — плохая новость для специалистов по охране окружающей среды. Ядовитые твари попадут в Западную Австралию быстрее, чем полагали ученые, и с этим надо срочно что-то делать.

Астрономы из США Э.Ремиджан и Ж.Холлис обнаружили необычную солнечную систему, в которой, как полагают, планеты движутся в противоположных направлениях. Ученые с помощью радиотелескопа «Very Large Array radio telescope», расположенного в Мексике, наблюдали за юной звездочкой из созвездия Змееносца — это в нашей галактике, в 500 световых годах от Земли. Авторы работы проанализировали сдвиги в частоте радиоволн, которые излучают молекулы монооксида кремния при движении в разных частях облака. Благодаря этому удалось определить направление, в котором перемещается газовое облако относительно Земли.

Выяснилось, что внутренние и внешние части протопланетарного газового диска вращаются в противоположных направлениях. Исследователи предположили, что эти части образовались не из одного, как обычно, а сразу из двух облаков, крутившихся в разные стороны.

Это означает, что одни планеты, которые постепенно образуются вокруг звезды, могут вращаться по часовой стрелке, а другие — против. В нашей Солнечной системе все не так — все планеты двигаются в одном направлении. По-видимому, процессы образования звезд и планет из протопланетарных дисков, подобных обнаруженному, могут протекать сложнее, чем предполагали ученые.

Согласно теории, звезды и планеты — результат сжатия гигантских облаков из газа и пыли. При этом вокруг молодой протозвезды формируется плоский вращающийся протопланетарный диск. Именно из его вещества потом «собираются» планеты. Естественно, что они будут вращаться в том же направлении, что и он. И вот впервые удалось наблюдать нечто, выходящее за рамки теории.



**С**ильное похолодание, начавшееся во второй половине XIV века и длившееся около трех столетий, связано с тем, что опустевшие из-за чумы земли стали зарастать деревьями, активно поглощавшими из атмосферы углекислый газ. К такому выводу пришли сотрудники Утрехтского университета (Нидерланды), проанализировав пылевые зерна и остатки листьев, которые сохранились в отложениях на дне одного из озер на юго-востоке Голландии.

Т. ван Хооф и его коллеги попытались воссоздать картину землепользования в Европе с 1000 по 1500 год, сравнивая количество пыльцы злаков, в частности гречи, и деревьев, в том числе берез и дубов. Выяснилось, что около 1200 года объем злаковой пыльцы существенно возрос, свидетельствуя о развитии сельского хозяйства. Однако в 1347 году наблюдается резкий спад: в Европу пришла «черная смерть», выкосив почти треть ее жителей. Последовал общий кризис, который затронул и сельское хозяйство.

Исследователи обратили внимание и на сохранившиеся в отложениях листья: по количеству устьиц можно судить о содержании в атмосфере углекислого газа, который листья втягивают именно через эти отверстия. По словам ван Хоофа, между 1200 и 1300 годами число устьиц уменьшалось, но после 1350-го процесс пошел вспять, указывая на резкий рост концентрации углекислого газа в атмосфере.

Ученые полагают, что результатом стало похолодание, которое продлилось около 300 лет. До сих пор в наступлении этого малого ледникового периода винили снижение солнечной активности, бурную вулканическую деятельность и изменения в океанических течениях. Человеческий фактор рассматривается впервые, и эта гипотеза вызвала немало возражений у специалистов.

**Б**актерия золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus*) давно научилась сопротивляться лекарствам и не собирается сдавать завоеванные позиции. В Великобритании, например, ее жертвами ежегодно становятся около 7000 пациентов. До сих пор считалось, что она передается только при личном контакте, а потому лучший способ борьбы с ней — чистые руки медицинского персонала.

М. Браун и его коллеги из университета города Бат обнаружили у стафилококка неожиданного союзника — амёб, которые живут в больничных раковинах, вазах с цветами и прочих «водоемах». Авторы работы провели лабораторный эксперимент, в ходе которого наблюдали за ростом *Staphylococcus aureus* внутри амёбы *Acanthamoeba polyphaga*. Результат превзошел все ожидания: стафилококки успешно инфицировали своих одноклеточных соседей и размножились в них, в конце опыта превзойдя числом родоначальников почти в тысячу раз.

Браун опасается, что амёбы служат бактериям своего рода тренажерным залом, где те набираются сил. Кроме того, амёбы в неблагоприятных условиях могут образовывать цисты, а бактерии — расселиться в них и прятаться от дезинфицирующих процедур. Браун напоминает и о так называемой болезни легионеров. Ее возбудитель *Legionella pneumophila* становится гораздо опаснее и жизнеспособнее, вырастая внутри амёбы.

Впрочем, прежде чем менять нынешние меры безопасности, следует провести новые испытания: лучше изучить раковины и другие источники воды, окружающие пациентов и персонал.

**М**ышь больше века служит людям для лабораторных исследований, и изучена, кажется, вдоль и поперек. Тем не менее немецкие ученые из Ульмского университета неожиданно обнаружили у нее неизвестный ранее орган — еще один тимус.

Первый, розовато-серый комочек размером с горошину, расположен в грудной клетке над сердцем. Эта железа производит Т-клетки иммунной системы, которые сражаются с инфекциями и опухолями. Второй, замеченный случайно, находится в области шеи, недалеко от трахеи. У здоровых мышей он с крупную булавочную головку. Авторы называют его «карманной версией» основного. Ранее на него не обращали внимания, потому что он очень похож на лимфатический узел.

Находка заставит пересмотреть результаты некоторых проведенных на мышах иммунологических опытов. Пытаясь выяснить, как иммунная система работает в отсутствие тимуса и как участвуют в производстве Т-клеток кишечник и кожа, железу удаляли. При этом второй тимус продолжал свою работу, что не могло не сказаться на результатах.

Открытие немецких ученых полной неожиданностью не назовешь. Еще в 40-х годах прошлого столетия установили, что у пяти из шести эмбрионов человека и других млекопитающих в шее прячется второй тимус. Предположение о существовании еще одной подобной железы у мышей было высказано в 60-х годах XX века.

Авторы работы доказали полную идентичность двух тимусов. Они пересаживали вновь открытый орган животному, лишенному обоих тимусов, и он успешно начал вырабатывать Т-клетки. Вероятно, второй тимус формируется из остатков основного, который развивается у эмбриона именно в области шеи и только потом мигрирует в грудную клетку.

**П**очему нам иногда так трудно что-то вспомнить? Просто в нужный момент мы оказались не настроены на запоминание, уверяют британские исследователи. «Люди не понимают, что деятельность мозга, предшествующая какому-либо событию, влияет на память о нем, — говорит Л. Оттен из Университетского колледжа в Лондоне. — Они скорее склонны связывать воспоминания с собственной реакцией на то, что произошло». Главное же в другом — готов ли мозг воспринять новую информацию.

Оттен и его коллеги утверждают, что по активности мозга непосредственно перед событием можно предсказать, вспомнит ли о нем человек или нет. В их опытах добровольцев попросили сосредоточиться на словах, которые по очереди появлялись на экране компьютера. Каждому слову предшествовал символ, помогающий решить, будет это слово относиться к предмету живой или неживой природы, будут ли первая и последняя буква слова следовать в алфавитном порядке либо нет.

Через несколько минут испытуемым предложили просмотреть иной набор слов и выбрать из них те, что они уже видели. Одновременно с помощью электроэнцефалографа регистрировали активность их мозга.

Участники эксперимента лучше запомнили слова, которые сопровождали символами, обозначающими их принадлежность к живой или неживой природе. Это означает, что размышление над смыслом слова помогает лучше его запомнить. При этом у них была активна фронтальная область мозга, которую связывают с процессом сознательного думания.

Полученные данные подтверждают давний совет всем учащимся: думайте над тем, что читаете, а не предавайтесь зубрежке. Да и при чтении надо концентрироваться, а не давать мыслям блуждать неведомо где.



# Между мозгом и сознанием

## Что такое мозг человека

С одной стороны, это кусок студенистого вещества, часть которого — и частью которого — мы видим. (Подсказка для тех, кто не учил анатомию и эмбриологию: видящая и видимая часть мозга в обиходе называется глазом.) С другой стороны, это невероятно сложный, практически самый сложный во Вселенной объект. Десятки миллиардов нейронов, про которые не напрасно говорят, что каждый из них столь же неисчерпаем, как и мозг, — и совсем уже невообразимо сложная сеть связей между ними. Согласно некоторым концепциям, именно связи определяют уровень работы мозга.

Однако всего этого человек не видит. Вообще, представление о том, что мы думаем именно мозгом, в истории познания возникло далеко не сразу. Главным кандидатом на роль вместилища души было, пожалуй, сердце — орган куда более «симпатичный»: и необходимость его для жизни понятна, и удары в грудной клетке хорошо слышны, и на сильные чувства оно явно реагирует, в отличие от вышеупомянутого студня.

Впрочем, и нам, знакомым с достижениями современной науки, бывает трудно осознать и до конца поверить, что именно студенистая масса в черепной коробке обеспечивает все богатство нашего внутреннего мира, все разнообразие нашего поведения. Поэтому и возникают различные мифы о мозге и его возможностях. Проще представить, что идеальный внутренний мир — мысли, эмоции и т. п. — существует вне и независимо от мозга. Мифотворчество провоцирует и еще одна косвенная причина: в отличие от механизмов обеспечения сенсорных функций (зрения, слуха и т. д.), которые достаточно хорошо изучены и более-менее понятны, мозговое обеспечение высших видов умственной деятельности — все еще тайна за семью печатями. А раз мы не знаем как, то, может быть, ничего этого и нет.

Одна из основных задач, стоящих перед Институтом мозга человека, состоит именно в том, чтобы установить, как соотносится идеальное (мысль) и материальное (процессы в мозге,

обеспечивающие мышление). И нами, и многими другими учеными показано, что каждому психическому явлению — принятию решения, восприятию, речи — соответствуют вполне определенные перестройки в активности нейронов и связей между ними. Причем это соотношение между психикой и материальным ее обеспечением — так сказать, дорога с двусторонним движением. С одной стороны, активность нейронов организуется мыслью, а с другой — изменения в активности нейронов могут вызывать изменения в поведении и мыслях человека. Пример первого: мы можем произвольно менять поведение, думать об одном или другом, и это изменяет активность нейронов. Пример второго: изменение активности нейронов, скажем, под воздействием алкоголя приводит к явно выраженным изменениям поведения и психики. Таким образом, мы видим не просто корреляцию, а взаимодействие идеального и материального.

Мозг человека и представляет собой орган, в котором происходит это взаимодействие.

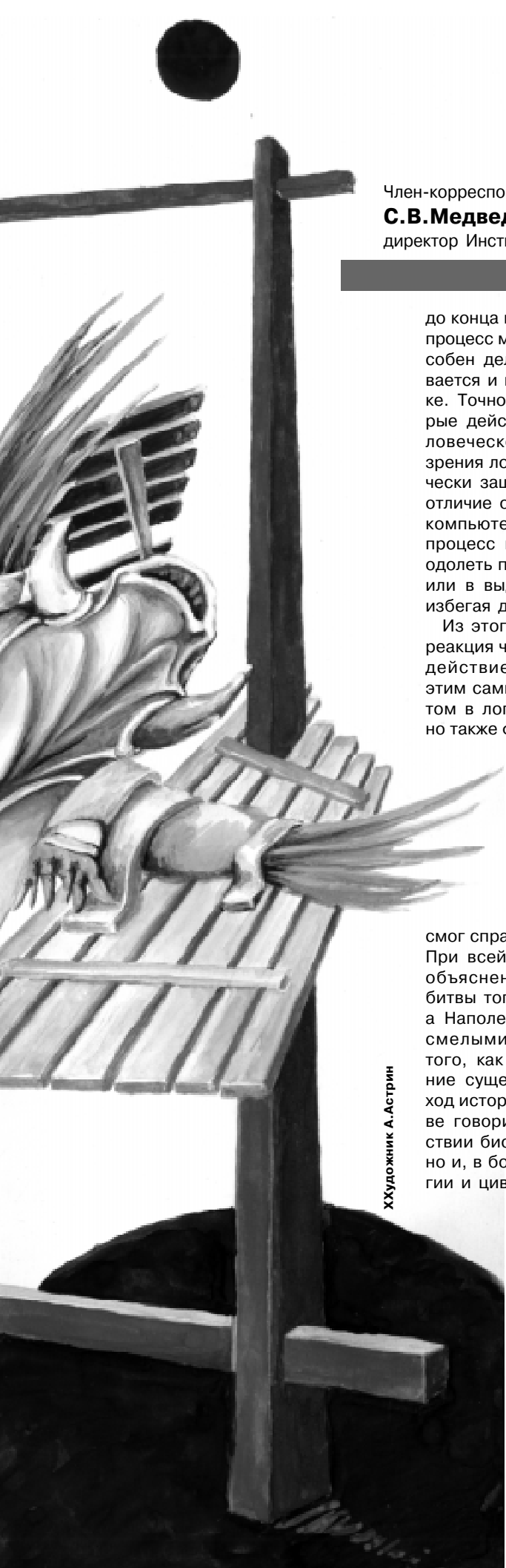
В идеальной сфере мозг руководствуется законами логики, которые допускают далеко не любые операции. Логика, впрочем, тоже бывает разной: существует не только женская и мужская логика, но также классическая (булевская) и небулевская логика. Законы идеального ограничивают нас не слишком строго: мы способны себе представить очень многое, включая самые невероятные вещи и явления. (Хотя даже в безумии, как хорошо известно психиатрам, есть своя логика.) Существенно более строго ограничивают деятельность мозга его физические и физиологические свойства.

## Software determined by hardware

Материальная природа мозга накладывает некоторые жесткие и до сих пор







Член-корреспондент РАН

**С.В. Медведев,**

директор Института мозга человека РАН



## РАЗМЫШЛЕНИЯ

до конца не изученные ограничения на процесс мышления. Компьютер не способен делить на ноль: он останавливается и выдает сообщение об ошибке. Точно так же существуют некоторые действия, которые противны человеческому мышлению не с точки зрения логики, а из-за некой биологически зашитой программы. Однако, в отличие от более просто устроенного компьютера, мозг не останавливает процесс мышления, а пытается преодолеть противоречие, уходя в невроз или в выдуманный мир либо просто избегая думать о неприятном.

Из этого, в частности, следует, что реакция человека на одно и то же воздействие определяется не только этим самым воздействием и его местом в логической структуре психики, но также физическим состоянием моз-

га и тела человека. Наполеон объяснял свое поражение под Ватерлоо насморком, который мучил его в день битвы. Даже его мозг — мозг если не гения, то, безусловно, выдающегося человека — в ответственную минуту не

смог справиться с заложенным носом. При всей кажущейся забавности это объяснение правдоподобно: исход битвы тогда был совсем неочевиден, а Наполеон славился неожиданными смелыми решениями. Вот пример того, как чисто биологическое явление существенно воздействовало на ход истории. Следовательно, мы вправе говорить не только о взаимодействии биологического и социального, но и, в более общем случае, о биологии и цивилизации.

На приведенном примере видно противоречие между огромной интеллектуальной мощностью мозга и его зависимостью от состояния тела. В принципе, интеллектуальная мощь настолько велика, что влиянием биологического фактора часто вообще пренебрегают. Человек нездоров, но, преодолевая себя, он бе-

рется за работу и выполняет ее. Действительно, в большинстве случаев усилием воли можно подавить и движения тела, и движения души. Даже ребенок, когда хочет конфету, не берет ее без разрешения: происходит самоограничение не только рефлексом, но и безусловных инстинктов. Именно из-за недооценки биологического и посмеивались над насморком Наполеона.

Однако пренебрежение к биологическому аспекту не сразу, но приводит к тому или иному срыву. Ребенок, которому не дают конфет, рано или поздно дорывается до них и объедается шоколадом до аллергии и высокой температуры. Подавление естественных биологических желаний приводит к неврозам, гипертонии и многим другим неприятностям.

Здесь я хотел бы немного отвлечься. Процессы в мозге не тождественны психическим функциям. Любовь (здесь и далее я буду приводить примеры на ее основе, поскольку это переживание знакомо многим читателям) — не специфическая активность определенных участков мозга, точно так же, как музыка — не колебания воздуха и не магнитные домены на пленке. Музыка становится музыкой, когда ее воспринимает человек, иначе говоря, в сфере идеального. Однако без этих колебаний и доменов музыки просто нет. Приблизительно так же соотносятся высшие функции человека и процессы в его мозге. Они не идентичны, они взаимообусловлены и взаимодействуют. Любовь — великодушное чувство, неизбежно сопровождающееся определенными процессами в мозге. (Разумеется, сказанное справедливо и для злобы.) Непонимание этого факта рождает мифы.

Утверждения, высказанные в таком контексте, кажутся очевидными. Однако почти в каждом конкретном случае мы забываем об этом. Хотя большинство людей знает о связи мозга и мышления, но, как уже говорилось, до конца в это не верят не только обыватели, а и многие ученые. Кто-то попросту не задумывается над этим, кто-то не может принять, что все богатство человеческой психики заключе-

Художник А. Астрин

но в полутора литрах студенистого вещества, а кого-то смущает, что законы функционирования мозга по-прежнему не полностью ясны.

## Против природы не поперешь

Из того, что было сказано о влиянии физического на умственное, следует важный вывод: законы общества должны соответствовать биологическим законам, не вступать с ними в жесткое противоречие. Простейший пример: если запретить плотскую любовь, то общество вымрет. Казалось бы, это очевидно. Однако, проанализировав сложности, с которыми сталкивались в ходе своей истории различные государства, можно сделать заключение, что сложности эти зачастую были вызваны противоречием между писаными или неписаными правилами поведения и биологическими особенностями человека.

Общую схему этого процесса можно представить таким образом: с появлением некоторой внешне заманчивой идеи или, к примеру, сверхдоходов, освобождающих обладателя от каждодневной борьбы за выживание, возникает новая система взглядов или взаимоотношений, которые внутренне конфликтуют с инстинктами. В отношении вносится иная логика.

В качестве примера, к сожалению уже набившего оскомину, вспомним прошлое столетие в нашей стране. (Сразу отмечу, что Советский Союз не будет единственным отрицательным примером, далее мы рассмотрим и другие страны.) Можно сколько угодно говорить, что советский режим был жестоким или экономически неэффективным. Однако возьмем для сравнения Византийскую империю: трудно представить себе более жестокий и несправедливый режим. Тем не менее это государство просуществовало тысячу лет и не рухнуло под собственной тяжестью, а было завоевано. Значит, причина развала — не в жестокости режима.

Я не экономист и не политолог, поэтому буду рассматривать только биологическую сторону проблемы. В Советском Союзе не социализм как экономическая система, а идеология шла вразрез с основными биологическими инстинктами среднего человека. (Будем говорить именно о среднем, так как гений может иметь даже инвертированные инстинкты.) В норме каждый человек любит отца и мать больше, чем первого секретаря обкома. Нас же воспитывали на примере Павлика Морозова, предавшего собственного отца. Примат общественного (то есть ничьего) перед личным

считался важнейшим качеством настоящего советского человека.

Средний человек хочет быть богатым: даже не столько богатым, сколько обеспеченным, чтобы создать хорошие условия для своей семьи и для продолжения рода. Это так же естественно, как и любовь к родным. Однако провозглашается борьба против богатых — не только кулаков, но и середняков. Подобные примеры можно приводить бесконечно.

Полагаю, что истинной причиной распада страны был именно этот антибиологический курс. Не собственно социализм, проявлений которого теперь пруд пруди даже в Америке, а «твердый и последовательный» курс Политбюро, запрещавший все попытки заинтересовать производителя материальных благ в результате труда. Средний человек работает, чтобы жить, как животное идет на охоту, когда голодно, и сколько бы вы ни объясняли ему, что работать надо не ради жены и детей, а ради торжества всемирного коммунизма, он на биологическом уровне этого не поймет.

Если бы эти противоречия возникли в компьютере, то мгновенно случился бы сбой программы. Однако в человеческом обществе благодаря колоссальной устойчивости мозга, его гибкости и изменчивости (которые, собственно, и позволили выжить человеку как виду) этот конфликт успешно подавляется и преодолевается — по крайней мере, внешне. Тем не менее он не исчезает и рано или поздно дает о себе знать. Это может проявиться и в виде необходимости жестких репрессий для сохранения статус-кво (вспомните красный террор), и в виде захлестывающей общество волны насилия и неповиновения, и, наконец, в виде резкого ухудшения здоровья людей, увеличения числа неврозов и самоубийств.

Мозг человека — предельно тонко сбалансированное и при этом великолепно защищенное образование. Он рассчитан на долгую жизнь и обладает чрезвычайной надежностью — пока работает в штатном режиме. При выходе из этого режима сперва идет компенсация: довольно долго мы не замечаем никаких изменений. И только используя достаточно тонкие методы (такие, как разработаные в нашем институте методы слежения за так называемыми сверхмедленными процессами головного мозга и организма), можно заметить, что режим работы — уже не штатный, а аварийный. Рано или поздно происходит декомпенсация, зачастую резкая и внешне необъяснимая: на пустом месте возникают скандал, истерика, гипертонический криз. Нравится нам или

нет высказывание, вынесенное в название этой главки (кстати, его приписывают Нернсту), но бороться с собственной природой и остаться в выигрыше невозможно.

(Разумеется, из всякого правила есть исключения. Гений способен без чрезмерного напряжения показывать результаты, далеко превосходящие средний уровень, зато дурак, как правило, невероятно устойчив в неблагоприятных условиях. Однако даже у дурака есть и эгоизм, и привязанность к близким, и понимание приоритета семьи.)

В начале эры электронно-вычислительных машин отмечалось так называемое бешенство программистов: тихий спокойный математик хватал стул и запускал им в монитор ЭВМ. Оператор не выдерживал диалога с искусственным интеллектом. Проявлялась как бы психологическая несовместимость. ЭВМ вела себя как чрезвычайно занудный, строгий и не обремененный хорошими манерами фельдфебель: «Не положено, и все!» Вполне закономерно появлялось желание ответить агрессией на хамство. Этот пример интересен тем, что с бешенством программистов быстро научились справляться. Программы диалога стали подчеркнута вежливыми, дружественными, подсказывающими возможные выходы из тупика.

Все это хорошо понимают исследователи психологии оператора. Эта область психологической науки, образно говоря, занимается тем, чтобы работник на атомной станции не сошел с ума от перенапряжения и груза ответственности, а пилот истребителя-бомбардировщика чувствовал себя удобно и комфортно, наводя ракеты с напалмом. В Америке полицейский, убивший даже заведомого негодяя, маньяка-убийцу, проходит длительный курс психологической реабилитации. Всем очевидно, как важно в экстремальной ситуации соизмерять вероятные нагрузки с возможностями человека. Однако, когда дело касается всей системы взаимоотношений в обществе, об этом не думают.

Примат идеологии над биологией, искусственной морали над первичными инстинктами до сих пор неявно постулирован. Гражданин обязан подчиняться правилам социальной жизни, иногда достаточно сложным. Хорошо, если они не противоречат биологической норме. Если же противоречат, то, как говорилось выше, в обществе нарастает напряженность.

Здесь важно подчеркнуть два обстоятельства. Первое — очень долгий период компенсированного развития заболевания, когда болезнь уже началась, но внешне не проявляется. Ис-

черпание резервов заметно только при специальном исследовании. Второе — болезненные реакции могут проявляться даже при небольших сдвигах равновесия в обществе. Когда на площади стоит толпа, достаточно легкого толчка, чтобы начали бить либо правых, либо левых.

Я не философ и не историк, поэтому прошу прощения за возможные неточности в формулировках, но, мне кажется, основной причиной неурядиц в России во все времена была загадочная русская душа. Высокая духовность нашего народа — и всего народа в целом, и отдельных его представителей — во имя торжества идеи побуждала выстраивать системы отношений, которые приводили к сложностям как экономического, так и политического характера.

Впрочем, это характерно не только для нашей страны. С учетом всего сказанного выше очевидно, что США сейчас идут к серьезному кризису в обществе, который наступит не скоро, но неминуемо. Американское общество пытается создать систему морали, антибиологичность которой очевидна. Вспомним фильм «Солдат Джейн»: девушка, которую играет Деми Мур, хочет стать десантником и ни в чем не уступать крутым парням. Смотреть этот фильм физически неприятно — но это одна из американских героинь. Между тем мужчина и женщина биологически не могут быть равны. Разумеется, они должны иметь равные социальные права и т. п. Но пропаганда идентичности, взаимозаменяемости полов — предвестник кризиса именно в силу своей полной антибиологичности. Удивительно, что еще не создано американское объединение мужчин, кормящих грудью. Богатая Америка может долго компенсировать кризисные явления, но если их не устранить, то произойдет декомпенсация.

В благополучной Швеции, где уровень социальной защиты почти освободил людей от страха потерять рабочее место, у граждан появляется множество хобби и снижается интерес к работе. Все большее распространения получают браки без регистрации, без каких-либо взаимных обязательств — брак как экономический институт становится ненужным. Появляются демографические проблемы — бездетность уже не синоним беспомощной старости.

Человек работает, повторим еще раз, во имя биологически обусловленной цели: выживание и комфорт для себя и семьи. Эту цель можно отбросить у человека многими способами. Можно показать ему, что, как бы он ни старался, все равно честным

трудом денег не заработает. А можно, наоборот, поставить его в условия, когда бездельное существование обеспечено вне зависимости от того, работает он или нет. (Во многих странах пособие по безработице выше, чем минимальная зарплата, и если потеряешь работу, то тебя защитит масса программ.) Отсутствие же цели неизбежно приведет к криминализации общества, наркомании, сексуальным расстройством, то есть к девиациям.

Так что же, культурных людей неизбежно будут побеждать варвары, которые руководствуются грубыми инстинктами? Будь то соперничество между странами, внутри страны или внутри одного человека — неужели духовность обречена на проигрыш в борьбе с инстинктами?

Очевидно, правильный ответ на этот вопрос: «Да». Но если вдуматься, это совсем не грустно. Зачастую, когда мы говорим о бездуховности или аморальности, мы смешиваем два разных понятия: отсутствие этих качеств — и «другие» духовность и мораль.

На самом деле в нынешнем мире побеждает не общество грубых солдат и варваров, а общество, в котором наиболее гармонично сочетаются система человеческих отношений и морали, их «физиологичность» и уровень развития производительных сил.

Грустно, что почти все вкусные продукты малополезны и при любом обращении к врачу, как правило, выясняется, что именно от вкусных блюд придется отказаться. Аналогичным образом многие привлекательные особенности общества ослабляют его. насыщение рынка импортом приводит к тому, что мы спонсируем чужое развитие, а не свое. Мало кому нравится служить в армии — но общество, которое не кормит свою армию, будет кормить чужую.

Можно сказать, что мораль — это отражение и физиологии человека, и уровня производительных сил, и структуры социальных отношений. Причем мораль, как правило, запаздывает в своем изменении по сравнению с тем, что она отражает. Изменение всей системы семейных отношений — это прямое следствие явления феномена работающей жен-

щины и изобретения посудомоечной машины. С одной стороны, у женщины есть деньги, которые она зарабатывает, с другой, малая механизация и полуфабрикаты дают ей время. Но предпосылки появились относительно давно, а терпимое отношение к разводам — относительно недавно.

Мы привыкли считать, что высокие и чистые моральные принципы одинаковы для всех. Но очевидно, что это не так. Мусульманин сохраняет полную респектабельность, имея до четырех жен, и удивляется распутному поведению европейцев. Между тем физиологически многоженство вполне оправдано. Наше предубеждение против него коренится, скорее всего, в европейском пути развития, в нашей истории. Когда в перестроечные времена я начал выезжать за границу, то сделал массу ошибок, поскольку, как и все советские люди, имел абсолютно смещенное представление об американцах. И только в середине девяностых я начал внутренне принимать их образ мышления. Может быть, не в последнюю очередь наши политические противостояния связаны именно с непониманием стиля мышления. Скажем, в некоторых странах указать на кого-то ногой или спросить у жене — страшное оскорбление. Сознательно не привожу примеров, так как избегаю политики. Но сколько мировых конфликтов обусловлено не объективными причинами, а исключительно оскорбленным самосознанием!

Законы мозга допускают различные идеологические или моральные реализации. Они не допускают только то, что им противоречит.

Я настроен оптимистично. Сейчас, понимая и резервы мозга, и соотношение между идеальным и биологическим, можно избежать напряжения, декомпенсации. Существуют простые и эффективные приемы сохранения работоспособности и избегания нервного истощения для отдельно взятого человека-оператора. Такие же меры должны быть разработаны и для общества. Кстати, некоторые подобные приемы давно известны, например спортивные зрелища. Кроме того, и это очень важно, многие идеи, в том



числе капитализм и социализм, допускают различные реализации, среди которых есть и такие, которые не конфликтуют с биологическим «каркасом». Задача политиков и ученых — находить именно такие реализации. Возможно, в этом поиске помогут дальнейшие исследования мозга человека.

## Любовь по заказу

Как я уже говорил, нельзя смешивать идеальную функцию — мысль или чувство — и соответствующий им процесс в мозге. Но, повторяю, они неразрывно связаны. А из этого следует, что, воздействуя на процесс, можно воздействовать и на функцию. Разберем это на примере любви.

В нормальных условиях любовь возникает в сфере идеального и в этой же сфере развивается, хотя испокон веков люди знали о приворотных зельях, которые могли ее стимулировать. В настоящее время механизм действия некоторых из этих зелий понятен и даже описан в научной литературе. Тем не менее при некоторых физиологических особенностях организма любовь не возникнет никогда. С другой стороны, направленное воздействие на определенные структуры или механизмы мозга может ее уничтожить или создать.

Если не вставать на позиции поэтические, а говорить с профессиональной точки зрения, то любовь — это восхитительный невроз. Налицо все клинические признаки, в первую очередь неспособность объективно оценивать свое и чужое состояние, а также сам предмет страсти. (Чтобы понять красоту Лейлы, надо смотреть на нее глазами Меджуна, писал Фирдуси.) Но если это заболевание, то его можно успешно лечить. А можно и спровоцировать.

Ситуация несчастной любви описана, наверное, миллионы раз, от древнегреческих трагедий до современных кинофильмов. Герой или злодей любит женщину, а она его нет. Начинается борьба за нее, и если предусмотрен хеппи-энд, то герой добивается женщины, а злодей — нет. Разумеется, злодей — понятие относительное, он может быть даже симпатичным, но по закону жанра он обязан остаться наобах.

А что делать в реальной жизни, когда взаимности добиться не удастся? Если даже счастливая и взаимная любовь подпадает под определение невроза, то тем паче — безответная страсть. Ты хочешь Таню, а она любит Ваню. И что бы ты ни предпринимал, думает о нем, а на тебя не смотрит. Если отвергнутый не хочет с этим смириться, он ищет радикальные пути

воздействия. Например, в средние века, да и позднее, было популярно физическое уничтожение соперника. Иногда это давало нужный эффект, но бывало и так, что желанная цель уходила в монастырь или утешалась с кем-то еще.

А нельзя ли как-нибудь понадежнее и попроще? Чтобы без уголовщины, а просто — раз-два, и она полюбила меня, как я ее. В те же самые средние века люди отправлялись к ведьме или колдуну за приворотным зельем или разговором на любовь. Говорят, многим помогало.

Мы, люди образованные, в колдовство и привороты не верим. Однако невротик, измученный проявлениями болезни, хватается и за соломинку. Иначе не процветали бы современные колдуны, «с гарантией» возвращающие любимых и устраняющие соперников, — откройте полосу рекламы в газете, наверняка увидите десятки подобных объявлений. Что интересно, и в наше время иногда помогает, не хуже, чем в средневековье. На самом деле помогает. Это не сказки, не шарлатанство — это понимание того, как работает мозг человека.

Любовь и ненависть, презрение или восхищение соответствуют конкретным изменениям в работе нейронов. Но нельзя сказать, что любовь — это и есть перестройка работы мозга или, как говорят ученые, появление определенного паттерна (рисунка) нейронной активности. Любовь — это великое чувство в сфере идеального, которое сопровождается неотъемлемыми изменениями в мозге. Здесь ключевое слово «неотъемлемые».

Это означает, что и любовь может вызвать изменение состояния: подумали о Ней — и сразу кровь прилила к лицу. Но и обратное верно: изменение состояния может вызвать охлаждение или разогрев чувств. Выпил рюмочку коньячку, страстно возжелал Ее. Но не остановился на одной рюмке — и к концу второй бутылки уже не можешь вспомнить, как Ее зовут.

Как возникают эмоции? В мозге выделяются определенные вещества, которые, собственно, и являются материальными носителями эмоций. Это так называемые эндорфины, эндогенные (произведенные в организме) аналоги морфина. Морфин продуцирует положительные эмоции потому, что похож на эти самые эндогенные вещества. Но в организме они синтезируются в небольших физиологических количествах. А морфин мы вводим в немалых дозах. Поэтому, если при естественной эмоции нормальный человек, как правило, не теряет голову, то при инъекции морфина он не справится с эйфорией.

Это сильнейшее воздействие. Однако кроме морфина есть и другие вещества, модулирующие процессы в мозге и организме человека. Есть, например, так называемые афродизиаки — вещества, стимулирующие половое влечение.

Теперь представьте себе, что некая народная целительница дает женщине порошок. Та подмешивает его в питье предмету своего вождения. (Во имя политкорректности сразу уточним, что женщина и мужчина в подобных историях могут меняться ролями.) И неожиданно этот человек ощущает себя сексуальным гигантом (действие афродизиака) и при этом за пределами счастлив (действие вещества, вызывающего положительные эмоции). Это еще не любовь, но женщину, с которой человек пережил подобное, он запомнит.

Скорее всего, колдуны и ведьмы, а также целители и маги эмпирически нашли пути направленного воздействия на процессы в мозге. Это звучит очень научно, хотя на самом деле несложно. Тот же самый алкоголь меняет поведение человека. Вспомните рассуждения из «Троих в лодке» Джерома К. Джерома: после рюмки бренди возникает одно настроение, после стакана пива другое. Направленное изменение поведения в чистом виде!

Рассмотрим вопрос с теоретической точки зрения. Как же все-таки происходит приворот и отворот? Каков механизм и каким, следовательно, должен быть оптимальный порядок действий?

Много лет назад в одном из ленинградских институтов, где лечили тяжелейшее заболевание (болезнь Паркинсона) с помощью введенных в мозг электродов, ученые заметили, что при положительных эмоциях происходило понижение одного из физиологических показателей в некоторых областях мозга, а при отрицательных — повышение. И наоборот: воздействие на электроды с лечебной целью попутно приводило к изменениям в настроении человека.

Оказалось, что в определенных областях мозга, ответственных за организацию эмоций, все время протекают разнонаправленные процессы. Условно говоря, повышение так называемого уровня постоянного потенциала связано с отрицательными эмоциями, а понижение с положительными. Если в одной точке потенциал пошел вверх, то в другой он опускается. В норме разбалансирование этих процессов невелико. Так, легкая веселость или легкая грусть. Сильные эмоции — сильная разбалансированность. При неврозе, образно говоря, колебания зашкаливают.

...Это была одна из первых больных, которую лечили новым методом. Больная тяжелейшая, годами прикованная к постели. После операции женщина-врач начала лечебные электрические стимуляции. Они чудодейственно помогали: уже через две недели эта больная бегала по коридорам клиники, помогала медсестрам и санитаркам. Электрические стимуляции давали ей прилив сил, положительные эмоции и т.п. Но случайно, поскольку тогда еще многого не знали, замкнулась связь — и пациентка перенесла эти положительные изменения на человека, который делал эти лечебные процедуры. Возникла любовь женщины к женщине (ничего общего с лесбиянством). Напрямую вызванная любовь. Сейчас эту опасность — возникновение нежелательных эмоций — хорошо знают и с подобными осложнениями легко справляются, именно потому, что поняли, чем был вызван первый случай.

На основании этих результатов еще в 1974 году в солидной научной монографии («Нейрофизиологические аспекты психической деятельности» Н.П.Бехтеревой) и было дано объяснение механизмов работы приворотных и отворотных зелий.

Итак, я люблю его девушку, а она любит его. Что делать? Шаг первый: разрушить их любовь. Известная история (как все подобные истории, очевидно, приукрашенная) иллюстрирует метод. В одном провинциальном городке жили она и он, которые любили друг друга страстной любовью. И хотели пожениться. И было им по четырнадцать лет. Грубые и жестокие родители совершенно беспочвенно препятствовали их счастью. Влюбленные были культурными, знали о Ромео и Джульетте и решили тоже вместе умереть, так как ждать до восемнадцати лет и соединиться глубокими стариками было нереально. Они пошли к аптекарю и, объяснив ситуацию, попросили яд по сильнее. Аптекарь дал им яд и объяснил, что для полноты эффекта необходимо закрыться в комнате и выбросить ключи в окно... Яд оказался сильнее, слабительным, и, когда влюбленных через четыре часа освободили, они сидели спиной друг к другу в разных углах комнаты. И больше их друг к другу не тянуло. Яд убил любовь.

Собственно, это и есть отворот. Перед тем как она идет к нему, надо давать ей вещество, вызывающее неприятные эмоции. Через два-три раза она с удивлением обнаружит, что он совсем не так симпатичен. Более того, от него у нее портится настроение — или даже как в только что рассказанной истории. И тут вы делаете следу-

ющий шаг: приглашаете ее вместе посмотреть телевизор, выпить чая или просто пойти погулять. Даете ей выпить другое зелье, которое резко улучшает настроение и, возможно, вызывает приятные сексуальные эмоции. Вы не ведете себя агрессивно, вы просто нежны. Никаких поползновений и нескромных намеков. И она с удивлением замечает, как ей с вами хорошо. Два-три вечера, и она ваша. Причем это будет настоящая, хотя и не вечная любовь. Не вечная — потому что на самом деле она может не переносить ваш храп, или запах, или ваши отвратительные привычки и в конце концов через какое-то время они подействуют как аналог того же отворотного зелья. Но так или иначе, задание выполнено. Она ваша.

Самое сложное в этом методе — отбить девушку. Если сразу начать с приворотного зелья, то она побежит за усилением эффекта к сегодняшнему любимому. Есть еще опасность: вы дали приворот, вас позвали к телефону, а она запала на официанта, бармена или вашего приятеля. Придется все начинать сначала. Вспомните историю о Тристане и Изольде. Король не поехал за невестой сам, отправил Тристана, тот оказался рядом с ней, когда по ошибке был выпит «напиток любви» — вот и не принесла королю счастья женитьба.

В принципе ничего необычного здесь нет. Известно, например, что если девушку слегка подпойте, то отношения выстраиваются легче. Механизм такой же: небольшая доза алкоголя вызывает положительные эмоции, ей с вами становится легко и приятно. Можно воздействовать не алкоголем, а приятной музыкой и легким вкусным обедом или ужином. Любое ухаживание в конечном итоге сводится к желанию выглядеть лучше и доставить партнеру удовольствие. Кстати, способы ухаживания тоже зависят от страны и морали. Где-то я читал, что на одном из тихоокеанских островов возлюбленную завлекают приблизительно в таких выражениях (если дать смягченный перевод): «Приходи ко мне в рощу, и там я сделаю так, что ты будешь визжать как поросенок, которого режут».

Но если алкоголь и ужин при свежих — это мягкое и ненавязчивое влияние, то наше гипотетическое зелье — лом, против которого нет приема. А приема «против» действительно нет. Потому что это прямое воздействие на мозг, можно сказать, вызывание невроза в эксперименте. Какая бы сильная воля у вас ни была, вы не преодолеете расстройства желудка, вызванного слабительным. Ни один разведчик не сможет сохранить секрет, будучи накаченным психотропными веществами.

Однако не торопитесь бежать в аптеку. Во-первых, если вы угостите ее слабительным, а не фирменным отворотом (которого в аптеках не продают), то не совсем уж глупая барышня легко свяжет боль в животе именно с вами. Во-вторых, от лошадиной дозы афродизиака она, может быть, и прыгнет на вас прямо в ресторане, но утром-то проспится и все поймет. И в том, и в другом случае о любовных мечтаниях можете забыть. Потому я и рассказываю об этом, не ожидая, что сексуальная ситуация в стране резко переменится.

И последнее. Манипуляция сознанием — это всегда страшно еще и потому, что для нее необязательно фармакологическое воздействие. Доктор Геббельс, располагая только радио и газетами, за короткий срок изменил сознание нации. Здесь важно вовремя распознать манипулятора. А для этого есть верный признак: если умный человек вдруг начинает делать глупости, это или психическое расстройство, или манипуляция.

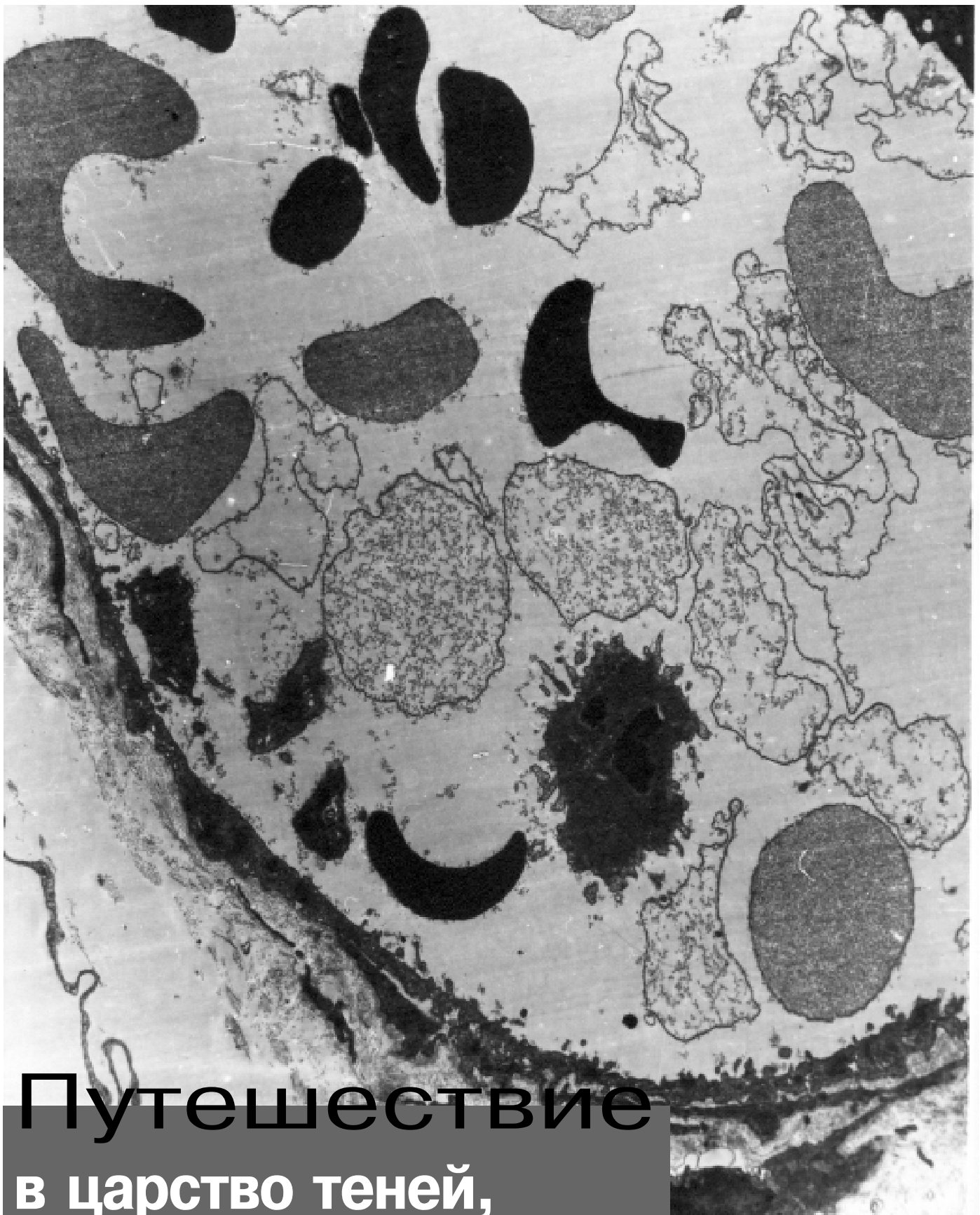
Итак, резюме первой части. Взаимодействие между мозгом и сознанием, между материальным и идеальным — это дорога в обе стороны. Как нельзя укубить локоть, так некоторые поступки или психические явления запрещены устройством мозга. А воздействие на его состояние неизбежно изменит и поведение.

*(Окончание в следующем номере.)*



## РАЗМЫШЛЕНИЯ



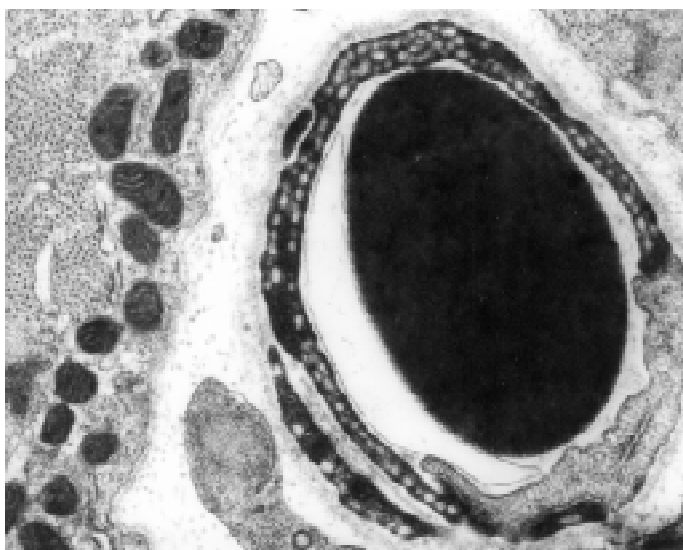
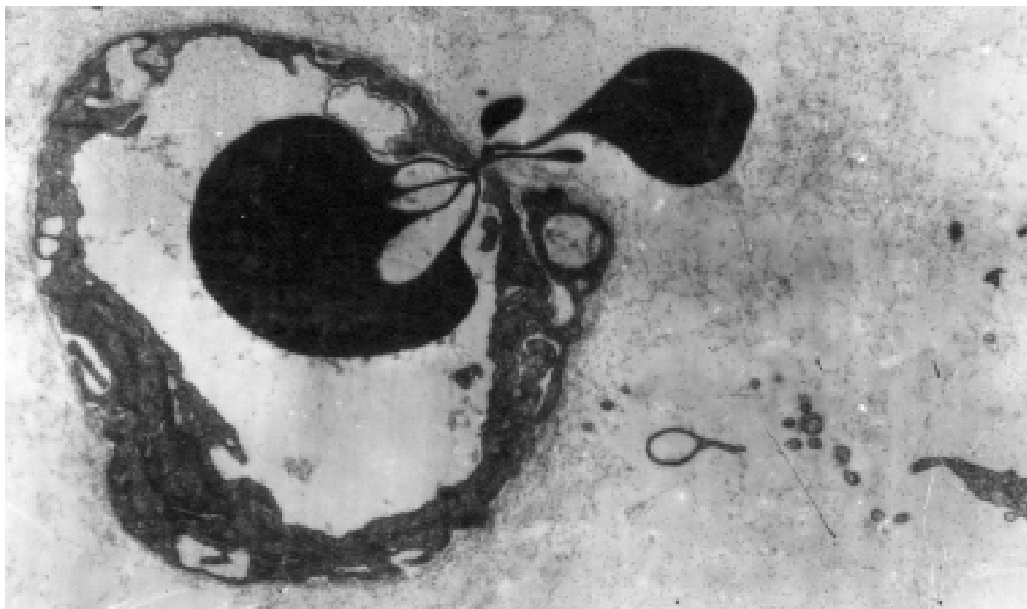


# Путешествие в царство теней, или как собрать пролитое

**К**огда подкожный кровеносный сосуд поврежден, кровь попадает в окружающую его ткань. Если при этом покровные ткани не разорвутся и кровь не вытечет



## ФОТОИНФОРМАЦИЯ



эритроцит превращается в тень — пустую оболочку, которая затем тоже исчезает. Именно эритроциты, прошедшие разное расстояние по пути превращения в тень показаны на предыдущей странице.

Однако, как следует из уникального наблюдения, выполненного доктором биологических наук А.В.Володиной из НИИ общей патологии и патофизиологии РАМН, не все эритроциты готовы смириться с печальной участью. Некоторые из них находят способ вернуться внутрь кровеносного сосуда. Дело в том, что между клетками, составляющими стенки последнего, имеются щели. Найдя такую щель,

наружу, то внешне такая травма проявится в виде опухоли и кровоподтека, который постепенно меняет свой цвет. С этим явлениям встречался каждый, и не раз — начиная от банальных синяков и заканчивая разноцветными «фингалами»,

расцветающими вокруг ушибленного глаза.

Судьба эритроцитов, покинувших стенки сосуда и оказавшихся в непривычной для них ткани, печальна: их мембраны повреждаются и оттуда начинает вытекать гемоглобин. В конце концов

эритроцит выпускает псевдоподию и пенетрирует, проникает сквозь стенку сосуда. Далее он превращается в тончайшую трубочку, диаметр которой едва больше двойной толщины мембраны, и сквозь нее внутрь сосуда перетекает все тело. Конечно, с помощью электронного микроскопа нельзя последовательно проследить за всей судьбой клетки, удастся зафиксировать лишь один момент ее жизни. Но будь это возможным, мы увидели бы именно такую последовательность картинок, которая изображена этой странице сверху вниз: эритроцит в пространстве между сосудами; эритроцит просачивается внутрь сосуда на вторые сутки после травмы; эритроцит внутри сосуда. «Единичное наблюдение эритроцита, проникающего внутрь сосуда, можно было бы счесть курьезом, однако несколько наблюдений, которые мне удалось сделать, свидетельствуют, что это — научный факт», — говорит доктор Володина.

Кандидат  
физико-математических  
наук

**С.М.Комаров**



# Невод, закинутый в Сеть

Л.А.Ашкинази,  
М.Л.Гайнер,  
А.В.Кузнецова

Авторы статьи применили Интернет как инструмент для исследования:

1) грамотности, 2) интереса к другим странам и народам, 3) распространения материалов, 4) отличия письменного языка от «языка Интернета», более близкого к устному и 5) «притяжения» слов друг к другу.

В Интернете можно найти любую информации, используя поисковую систему. Но мы просто извлекаем информацию, которую кто-то ранее добыл и выложил в Сеть. Однако Интернет можно применить и для получения новой информации, которой не существовало ранее, то есть он может быть инструментом исследования. Самое простое — определение числа ссылок, полученных в ответ на запрос, как характеристики интереса, проявленного людьми к данному предмету. При этом возможно измерение собственно числа ссылок, их динамики, распределения по языкам, странам, типам сайтов и др. Исследователи еще не распробовали как следует этот метод изучения общества, хотя подобные данные и начали появляться в статьях и книгах.

Мы задали Сети пять простых вопросов.

Первый: насколько неграмотны люди и как эта неграмотность изменяется со временем? Второй: насколько велик у людей интерес к другим странам и народам? Третий: часто ли в Сети таскают друг у друга материалы?

Четвертый: отличается ли язык Сети от русского письменного языка?

Пятый: как определить, насколько два конкретных слова тяготеют друг к другу?

## Грамотность

Что ответила Сеть на первый вопрос, показано в таблице — мы для примера исследовали несколько слов. Показаны неправильное написание, правильное и отношение частоты неправильного написания к правильному. Yandex позволяет для каждого слова установить количество страниц, на которых нашлось это слово, количество сайтов, на которых находятся эти страницы, и количество запросов в течение данного месяца. Поэтому доля неправильных написаний может вычисляться по запросам, по страницам и по сайтам (левое, среднее и правое число в таблице). Расчет по запросам дает наиболее чистые данные, не искаженные влиянием редакторов, но их недостаток в том, что они доступны только за месяц, а это уменьшает статистику. Доля неправильных написаний, рассчитанная по страницам, существенно меньше, поскольку тексты на некоторых страницах правят. Доля неправильных написаний, рассчитанная по сайтам, лежит посередине, поскольку, если на сайте встретилось одно неправильное написание, он попадает и в «правильные» и в «неправильные».

Из таблицы видно, что за полтора года грамотность пользователей Ин-

тернета (графа «Запросы») несколько возросла, в то время как грамотность текстов на сайтах несколько уменьшилась. По-видимому, это означает ослабление редактирования. Полтора года назад «страницы» были грамотнее «запросов» в шесть раз, сегодня — в три раза, а еще года через три они сравняются — то есть редактирование отомрет, как явление. Разумеется, этот вывод ввиду малого интервала наблюдений и малой статистики носит лишь демонстрационный характер.

Логично было бы исследовать зависимость частоты ошибок от типа ошибки и от контекста. Одним из результатов такого исследования мог бы стать вывод — как надо учить, чтобы уменьшить частоту ошибок.

Классификация ошибок может быть двух типов. Во-первых, по формальной стороне: что именно происходит с буквами при ошибке. Таким образом можно выделить четыре типа ошибок: вставка, удаление, замещение и перестановка. Вторым же подходом к классификации может быть «сущностный». Почему делается та или иная ошибка? Например, «карова» человек может писать потому, что плохо усвоил орфограмму о безударных гласных, а в соответствующем классе плохо учил «словарные слова».

Такая классификация может быть подробной, включающей в себя указания на все орфограммы русского языка. Интересно было бы сопоставить относительные частоты ошибок в Интернете и, скажем, во вступительных сочинениях в вуз, то есть в набранных на компьютере текстах и в текстах, написанных от руки.

## Интерес к другим странам и народам

Второе маленькое исследование — это частота употребления в русскоязычном и англоязычном Интернете названий стран и народов. Если расположить страны в порядке убывания частот упоминания в Интернете и нарисовать зависимость частоты от места в списке (ранга), получатся вот такие кривые (за 1 принята частота упоминания «России» и «русских» в русскоязычном Интернете и «США» и «американцев» — в англоязычном). Глазом, вооруженным Google'ом, видно, что англоязычному населению Интернета (3/4 его — американцы) окружающие страны более интересны, нежели русскоязычному, а народы — интересны в той же мере. Так что тупо повторяемая фраза, что американцам ничто не интересно, кроме самих себя, — миф. Но вот в русскоязычном Интернете очень высок интерес к США — почти так же высок, как к себе.

Если же посмотреть на отношение интереса к стране и ее народу, то видно, что есть ситуации, когда страна интереснее народа, а бывает и наоборот. Например, в англоязычном Интернете в сторону страны смещен интерес к Китаю, Франции, Японии и Индии (то есть интерес носит политический характер), а в сторону народа — для Польши, России, Греции (культурный интерес). В русскоязычном Интернете «политичен» (а вернее — «туристичен») интерес к Италии, Кипру, Испании, Турции, Индии, Болгарии, а «культурен» — к Англии, Японии, Китаю, Германии.

Ощущение своего места в мире может проявляться и иначе. В русскоязычной литературе нам дважды встречались утверждения, что в некой



Год	Запросы			Страницы			Сайты		
	2004	2005	2005	2004	2005	2005	2004	2005	2005
Месяц	IV	IV	X	IV	IV	X	IV	IV	X
аббревиатура/ аббревиатура	0,25	0,25	0,16	0,02	0,08	0,057	0,42	0,83	0,9
абонимент/ абонемент	0,1	0,11	0,07	0,02	0,04	0,06	0,4	0,68	0,68
абардаж/ абордаж	0,06	0,04	0,02	0,01	0,014	0,024	0,1	0,19	0,18
агентство/ агентство	0,8	0,55	0,54	0,1	0,12	0,1	0,25	0,36	0,43
агригат/ агрегат	0,01	0,003	0,003	0,001	0,002	0,002	0,04	0,27	0,31
аксесуар/ аксессуары	0,3	0,22	0,18	0,02	0,03	0,03	0,05	0,35	0,36
алкаголь/ алкоголь	0,03	0,03	0,018	0,005	0,008	0,008	0,1	0,24	0,3
алитерация/ аллитерация	0,2	0,14	0,12	0,05	0,015	0,027	0,08	0,04	0,1
альботрос/ альбатрос	0,015	0,02	0,014	0,003	0,005	0,027	0,05	0,07	0,08
анотомия/ анатомия	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,007	0,1	0,4	0,45
ангажимент/ ангажемент	0,1	0,2	0,08	0,03	0,04	0,2	0,05	0,07	0,14
аникдот/ анекдот	0,003	0,002	0,002	0,0005	0,001	0,001	0,03	0,1	0,15
(апелляция+ апелляция+ апелляция)/ апелляция	0,9	0,7	0,9	0,23	0,18	0,22	1,1	1,2	1,8
аперцепция/ апперцепция	0,25	0,15	0,1	0,03	0,05	0,04	0,5	0,1	0,1



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

ответственно (в целом — около 2% случаев), в остальных случаях — Европой вперед.

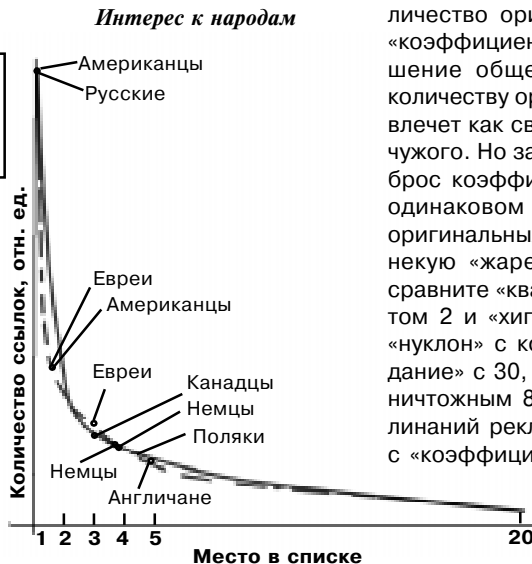
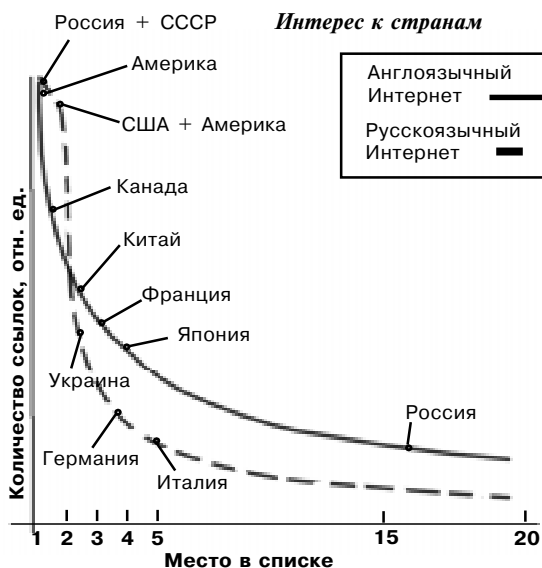
### Авторское бесправие

Третий вопрос, который мы задали Сети, — часто ли в ней «таскают» материалы. Возможность для такого исследования дает, например, Google, поскольку он делит ссылки на «наиболее значимые» и «очень похожие на них». Оказалось, что отношение общего количества ссылок (обе категории вместе) к количеству оригинальных ссылок (такowymi мы считали «наиболее значимые») изменяется в широких пределах, по крайней мере, — от 1 до 230. Вот некоторые примеры, причем первое число — количество оригинальных ссылок, второе — общее количество. «Квазигруппа» — 20/40, «хиггсовский бозон» — 30/230, «асимптотическая свобода» — 50/150, «поле температур» — 100/140, «тахион» — 250/1000, «фуллерит» — 250/800, «поле скоростей» — 300/800, «липосакция» — 500/6000, «нуклон» — 500/3000, «похудание» — 500/16000, «гравитационное поле» — 600/7000, «майкрософт» — 700/70000, «кристаллография» — 700/5000, «ожирение» — 700/46000, «магнитное поле» — 750/29000, «электрическое поле» — 800/10000, «кристалл» — 800/190000.

Понятно, что с увеличением общего интереса к теме должны расти как количество оригинальных ссылок, так и «коэффициент размножения» — отношение общего количества ссылок к количеству оригинальных, ведь интерес влечет как свою работу, так и таскание чужого. Но заметен существенный разброс коэффициента размножения при одинаковом или близком количестве оригинальных ссылок, указывающий на некую «жареность» темы. Например, сравните «квазигруппу» с коэффициентом 2 и «хиггсовский бозон» с 8, или «нуклон» с коэффициентом 6 и «похудание» с 30, или «кристаллографию» с ничтожным 8 и одно из любимых заклиний рекламщиков — «кристалл» — с «коэффициентом жарености» 230.

стране карты мира нарисованы так, что данная страна всегда находится в центре картинки. Мы встретили такие утверждения про США и Новую Зеландию. Простейший анализ не только показывает, что это — вранье, но и позволяет обнаружить интересные различия между странами и, возможно, между типами сайтов. Карта мира на сайтах Новой Зеландии расположена Новой Зеландией вперед в 30% случаев, на сайтах Австралии — в 40%

случаев (эта разница при объеме выборки 100 сайтов незначительна), а на сайтах Японии — в 80% случаев. В остальных случаях Земля изображена Европой вперед. Поэтому можно предположить, что 40 процентных пунктов разницы — эффект ментальности, а общие 40% составлены из ментальности и удобства пользования. Что же касается США, то на сайтах com, org, edu и gov Земля изображена Америкой вперед в 2, 3, 5 и 8% случаев со-





Более подробное рассмотрение самих ссылок показало, что лишь треть из них является ссылками на тот же документ, но лежащий на другом сайте. В эту группу входят как законное выкладывание документа второй раз, например на сайте-зеркале, так и пиратское. Однако провести этот анализ вручную можно только при относительно небольшом количестве ссылок.

### Язык и сетевой язык

Четвертый вопрос Сети: далек или близок ее язык к русскому письменному. Языки можно сравнивать многими способами, для примера мы сравнили частоты числительных. На рисунке показаны частоты первых 25 числительных (в основной форме — один, два, три...). Видно, что по этому параметру язык Сети близок к письменному русскому. Но одно отличие заметно: в Сети реже употребляются большие числа и чаще — числа менее 15. Что касается пана Станислава, то он почему-то любит число 18 (что мы отмечали и ранее).

Можно обсудить и сам вид частотных зависимостей. Где реальная частота объектов (один любимый, два сапога, три стакана, четыре конечности...), а где психология людей, влияние которой на частоты употребления числительных отмечал еще Перельман? Насколько различаются частоты у разных авторов (скажем сразу, что различия есть) и почему? Как

проявляется психология в разных «слоях» языка? Например, частота в пословицах — совпадает она или нет с частотой в языке в целом? Различны ли эти частоты в разные эпохи, в разных языках, у разных народов?

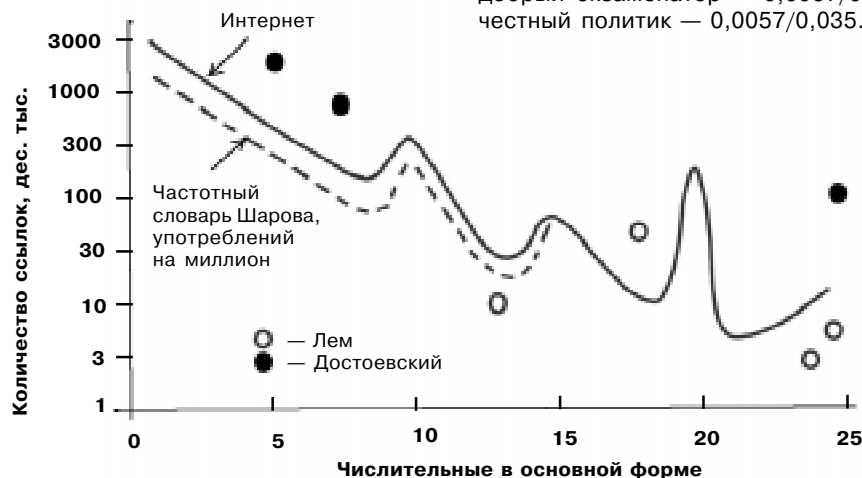
### «Притяжение» слов

Наконец, пятый вопрос — «притяжение» слов, то есть вероятность для двух слов оказаться рядом или в одной фразе по отношению к вероятности оказаться на одной странице (разумеется, возможны и другие нормировки, и смысл получаемых в этих случаях результатов достоин обсуждения). Ниже приведены относительные частоты для некоторых пар существительное — прилагательное. Большинство результатов довольно понятно, но нам показалось удивительным, что слова «умная» и «женщина» притягиваются в языке (и, стало быть, в сознании) намного сильнее, чем «глупая» и «баба» и чем «глупая» и «женщина». Пары слов упорядочены по убыванию притяжения (числитель — отношение вероятности оказаться рядом к вероятности оказаться на одной странице; знаменатель — отношение вероятности оказаться в одной фразе к вероятности оказаться на одной странице): голая баба — 0,21/0,28, рыжий кот — 0,19/0,27, пьяный мужик — 0,095/0,15, умная женщина — 0,047/0,15, глупая женщина — 0,017/0,10, глупая баба — 0,016/0,040, умная баба — 0,014/0,032, трудолюбивый студент — 0,0070/0,022, добрый экзаменатор — 0,0067/0,018, честный политик — 0,0057/0,035.

Другой вариант пар — это употребление имени собственного вместе с названием класса (как пояснение). В качестве объекта мы взяли названия гор-восьмитысячников и посмотрели, часто ли употребляются вместе с этими словами названия классов — «пик» и «вершина». И тут обнаружилось нечто неожиданное. Понятно, что Джомолунгма употребляется как «вершина Джомолунгма» и «пик Джомолунгма» редко — в 2% случаев, ибо само это название употребляется часто (14 тыс. ссылок) и хорошо известно. Но остальные названия, встречающиеся все с примерно одинаковой частотой (от 540 до 970 ссылок), разделились на две группы. Аннапурна, Лхоцзе и Чо-Ойю употребляются вместе со словами «пик» или «вершина» в 31–46% случаев, а все остальные — в 6,0–12% случаев. Причины такого странного распределения непонятны.

С помощью Интернета можно изучать и явные связи между словами, например устойчивые словосочетания, отношения сравнения (быстрый, как свет), уточнения (красный, точнее, малиновый), приближения (худой, почти тощий). Например, «не промахнись» в 10% случаев входит в «не промахнись, Ассунта», «промахнулся» — в 8% случаев входит в «Акела промахнулся», причем «Акела» входит в «Акела промахнулся» в 40% случаев. «Быстрый» — это в 9% случаев «быстрый, как ветер», в 2% — «как свет», в 1% — «как олень».

Словоупотребление вообще (и связи между словами в частности) может зависеть от характера сайта. Например, data — это данные, причем формально это множественное число, и для него есть архаичное единственное — datum. Запросы «data is» и «data ar» дают примерно одинаковое количество ссылок. Но оказалось, что «data is» сосредоточено на сайтах .com и меньше на .org, а «data ar» на .edu, .uk, .org и немного на .com. Нормативная ситуация, согласно Оксфордскому словарю, сегодня такова — это множественное число, но поскольку в компьютеринге data повсеместно употребляется как единственное, то в этой области «data is» считается допустимым.



# Каучук и ВОЙНА



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

*Знаменитый физик Петр Капица в 1945 году назвал создание синтетического каучука (СК) единственным крупным достижением советской науки (П.Л.Капица. Письма о науке. М., 1989, с. 227). «Это действительно достижение мирового масштаба», — писал будущий нобелевский лауреат в письме И.В.Сталину.*

**С** тех пор прошло много лет, появились и другие достижения мирового масштаба, которыми может гордиться советская наука. Но было бы полезно осознать, как в неблагоприятных условиях двадцатых годов советские ученые смогли получить выдающийся научный результат. На наш взгляд, это произошло по следующим причинам:

1. В СССР в 20-е годы были квалифицированные химики, которые еще до революции вели работы по СК.

2. В СССР была большая потребность в СК.

3. В других странах над этой темой интенсивно не работали.

Последнее обстоятельство, по-видимому, имело двойное значение. С одной стороны, возможно, что, если бы в других странах была экономическая потребность в СК, там бы его создали раньше. А с другой стороны, не было соблазна обратиться за помощью к научно-технической разведке.

Натуральный каучук добывают из сока тропического растения гевеи. Англия и Франция в первой половине XX века завозили каучук из своих колоний, а США, будучи богатой индустриальной державой, покупали каучук за границей. Эти страны имели мощные военные флоты и могли не опасаться, что поставки каучука внезапно прервутся с началом войны. Поэтому до начала Второй мировой войны проблема создания СК для них не была актуальной. В США проблема возникла в 1942 году, и дефицит резины был столь острым, что президент Рузвельт по радио объявил народу его последствия для армии и военных поставок и призвал к сбору «старых автопокрышек, плащей, садовых шлангов, обуви на каучуковой подошве, резиновых шапочек для ванн, резиновых перчаток. Около 450 тысяч тонн резиновых изделий было собрано менее чем за месяц, но этого хватило лишь на короткое время» (Д.М.Бернс. Франклин Рузвельт. Центрполиграф. М., 2004, с. 267).

Россия, не имея колоний в тропиках, в начале века тратила большие

деньги на закупку каучука. И поскольку в стране были квалифицированные химики, то вполне естественно, что они задумались над проблемой СК.

С началом Первой мировой войны ситуация изменилась. Германия и ее союзники из-за морской блокады почти совсем не могли ввозить каучук. Поэтому в Германии во время войны велась активная работа по созданию СК, а в 1917 году было налажено его промышленное производство. Но резиновые изделия из немецкого СК имели низкое качество, и с окончанием войны производство СК в Германии прекратилось.

В России во время Первой мировой войны работам по СК тоже уделялось особое внимание. Существует легенда, что этому способствовал введенный тогда сухой закон — надо было найти новое применение для продукции многочисленных спиртовых заводов. Эти работы не прекратились даже в годы Гражданской войны. И когда в 1926 году ВСНХ объявил конкурс «на наилучший способ получения СК», то в стране был и большой научный задел, и научные кадры. Уже в 1930 году был построен опытный завод. А в 1932 году заработали Ярославский и Воронежский заводы, то есть началось промышленное производство СК. Наверное, стоит обратить внимание на дату объявления конкурса — 1926 год. Создается впечатление, что это свидетельствует о начале научно-технической подготовки к индустриализации. Так или иначе, координация планов была — одновременно с созданием автомобильных заводов создавались заводы по производству СК и шинные.

Германия, готовясь к войне, тоже наладила в 1936–1938 годах производство СК. А о военном значении каучука красноречиво говорит запись в служебном дневнике начальника Генерального штаба сухопутных войск Германии генерала Ф.Гальдера. На состоявшемся 28 января 1941 года совещании, посвященном плану «Барбаросса», обсуждался, в частности, воп-

рос нехватки каучука. Нашли следующие источники экономии: резиновые подметки для обуви, маски для противогазов — без резины, перевод легких грузовиков на железные шины (Ф.Гальдер. Военный дневник, т. 2. М., 1969, с. 339). Трудно лучше показать военное значение СК. Высшее военное руководство Германии обсуждает свое наиболее ответственное решение за всю войну — решение о нападении на СССР. И после такого совещания начальник Генерального штаба считает нужным отметить в своем служебном дневнике, что на резиновых подметках можно сэкономить 500 тонн каучука.

Для сравнения вспомним, что наши полторки, в отличие от немецких, имели резиновые шины. А шины нужны были не только автомобилям, но также самолетам и артиллерийским орудиям. В этом плане весьма многозначительно звучит мелкое на первый взгляд замечание: «Ходовая часть нашей артиллерии была значительно лучше, чем в других странах» («Химия и жизнь», 1967, № 5, с. 6).

Поучительно взглянуть на фотографии разбитой немецкой техники, которые часто публикуют в книгах, посвященных Великой Отечественной войне. На них можно увидеть артиллерийские орудия с уцелевшими колесами, которые иногда покрыты сплошной резиной, а иногда вообще не имеют резинового покрытия. Для сравнения посмотрите на фотографии советских орудий того времени с колесами, покрытыми резиной автомобильного типа. Трудно усомниться в том, что советские химики, создавшие СК, опередили своих немецких соперников.

Опыт создателей советского СК позволяет ожидать от современных российских ученых достижений мирового масштаба. И ожидать их в первую очередь следует там, где существуют условия, которые обеспечили успех создателей советского синтетического каучука.

**И.И.Гольдфаин**



## «Без жены мне отдых не в отдых»

*Выдающийся русский ученый Николай Николаевич Семенов был одним из основателей журнала «Химия и жизнь», поэтому даты, связанные с жизнью этого замечательного человека, для нас особенно важны. В апреле Николаю Николаевичу исполнилось 110 лет. Мы напоминаем об этом читателям, впервые публикуя две фотографии из семейного архива Н.Н.Семеновской с короткими комментариями его дочери, Людмилы Николаевны.*

Со дня папиной смерти прошло уже 20 лет... А кажется, все было совсем недавно. Помню его интонацию, живой взгляд, жесты, походку, настроение. Но когда вижу дату рождения (конец XIX века!), понимаю, что это огромный отрезок времени, насыщенный событиями — светлыми, радостными, трудными и трагическими. Однако главным в той череде дней оставались радость творчества, работа и конечный результат работы.

Мой отец по натуре был оптимист и сангвиник. Добрый, искренний, в меру эгоистичный, эмоциональный, общительный. Но он умел полностью отключаться от всего, происходящего вокруг, когда дело касалось науки.

Я перебираю старые фотографии, где родители и их друзья совсем молодые: Юлий Борисович Харитон, Вик-

тор Николаевич Кондратьев, его жена Елена Ивановна, Френкель — Яков Ильич и Сарра Исааковна и многие другие. Вот фотография 1916 года — семинар А.Ф.Иоффе. Снимок сделал Петр Леонидович Капица. Эта фотография, где рядом сидят Капица, Френкель и Семенов, уникальна, и без нее не обходится ни одно издание, связанное с началом советской науки. Тогда папе было 20 лет, а его друзьям и коллегам — по 22 года.

А вот две чудные фотографии, сделанные в Париже в 1926 году. Они никогда не публиковались, поэтому я решила предложить их «Химии и жизни», тем более что с ними связана интересная история. Дело в том, что в 1926 году директор Физико-технического института Абрам Федорович Иоффе (тогда папа работал его заместителем) устроил Н.Н.Семенову нужную для института командировку в Германию, Англию и Францию. Папа очень хотел, чтобы с ним поехала жена, моя мама, но разрешение на поездку супруги не давали. И тогда папа написал письмо члену коллегии Научно-технического отдела Высшего совета народного хозяйства (ВСНХ) СССР, некоему Юрию Николаевичу. К сожалению, узнать фамилию этого чиновника не удалось. Привожу это письмо с небольшими сокращениями. Полностью оно было опубликовано в книге Федора Ивановича Дубовицкого об истории Института химической физики, созданного моим отцом.

Вот это письмо, отправленное Н.Н.Семеновым в НТО ВСНХ.

«Дорогой Юрий Николаевич, сегодня, наконец, после 3 недель волокиты административный отдел Губисполкома изрек свой приговор насчет паспортов мне и жене. Мне — дать, жене — не давать.

Я отнюдь не скрывал от Вас, что рассматривал свою командировку не только как деловую, но и как отдых. Нервы мои так расшатались, что я стал совершенно никуда не годен. Я очень рассчитывал, что за поездку я освежусь и отдохну. Теперь должен признаться, что без жены мне отдых не в отдых. Кроме того, в течение всей зимы, работая по 12 часов в день, я ее совсем не видел и, право, считаю в высшей степени несправедливым теперь, когда мы в течение 3-х месяцев могли бы быть все время вместе, лишать меня этого, в сущности, совершенно без всяких причин, просто по капризу. <...> Поездка со мной жены принесет на самом деле пользу моей командировке. Надо сказать, что я очень скверно знаю языки — по-английски и по-французски я не могу ничего сказать, ничего понять, что говорят. По-немецки немного лучше, но тоже слабовато. Жена с детства знает все эти языки и по моему настоянию в течение всей зимы все время практиковалась в английском и французском. Кроме того, она занималась также физикой, чтобы в полном смысле слова быть мне секретарем.

Таким образом, не говоря уже о том, что она вполне может руководить всей повседневной жизнью за границей, сможет еще помочь мне и в смысле научного общения с заграничными учеными. Она сможет корректировать со стороны языка мои доклады, которые я хочу сделать в разных лабораториях. Чтобы сделать такой доклад, я должен написать его и научиться правильно произносить каждое слово — в этом она мне поможет очень. Также она может в крайнем случае служить переводчиком при дискуссиях — для этого, я думаю, ее физического образования достаточно.

Конечно, всецело я на это не ориентируюсь — в главных лабораториях в Геттингене, Лондоне и Кембридже у меня имеются Кондратьев, Эренфест и Капица, которые будут моими чичероне и переводчиками. Но кроме этого, я думал посетить еще около 10 лабораторий, где я один буду совершенно беспомощен. Да и повседневная жизнь без языка очень неприятна.

Вы сами знаете, как я был занят весь этот год: я не мог физически заниматься языками, и весь мой заграничный план был построен на поездке со мной моей жены. Зная все затруднения с выдачей паспорта, я указал при подаче заявления, что валютой, причитающейся по паспорту жены, я не воспользуюсь и что могу дать подписку, что никаких сумм за границу переводить не буду. Они должны мне в этом верить. Так как в Кембридже я остановлюсь у Капицы, то это мне ничего не будет стоить. Это даст экономию, которая позволит нам с женой вместе просуществовать на командировочные средства, если они будут таковы, как это мне сказали в Административном отделе ВСНХ.

Все сказанное, Юрий Николаевич, я думаю, дает мне право просить Вас оказать давление на здешний исполком <...>»

Папину просьбу удовлетворили. И вот мои родители в Париже, уже после Германии и Англии (фотография слева). Они в гостях у Анечки Крыловой. А вскоре в Париж приезжает ближайший друг папы Петр Капица (друг друга они всегда называли Петька и Колька).

Десять дней, проведенных вчетвером весело и счастливо, в конце концов закончились свадьбой Петра Леонидовича и Анны Алексеевны в апреле 1927 года. Как потом

вспоминала мама, Петр Леонидович написал в Ленинград родителям о своей свадьбе: «А все Семеновы виноваты...» Радость Семеновых была неопишуемой.

Думали ли тогда молодые подружки Аня Капица и Наташа Семенова (фотография на этой странице), что их мужья станут нобелевскими лауреатами!



ПОРТРЕТЫ



Л.Н.Семенова





Российское психологическое общество  
Федерация психологов образования России  
Московский педагогический государственный университет  
Департамент образования города Москвы  
Московский институт открытого образования  
Южное окружное управление Департамента образования города Москвы  
Московский городской Дворец детского (юношеского) творчества  
Лицей № 1553 «Лицей на Донской»

**Вторая общероссийская научно-практическая конференция с международным участием**  
**«Исследовательская деятельность учащихся**  
**в современном образовательном пространстве»**  
Москва, 23–25 ноября 2006 г.

**Конференция посвящена обсуждению следующих основных проблем:**

- Антропологические основания учебного исследования в контексте разработки нового содержания образования.
- Психологические смыслы исследовательской деятельности для развития личности.
- Исследовательская деятельность как средство и условие развития одаренности.
- Организационно-содержательные проблемы развития исследовательской деятельности в образовательном пространстве России и стран СНГ.
- Подходы и методы организации исследовательской деятельности учащихся в различных предметных областях.

**В рамках конференции планируется проведение секций:**

- Психология исследовательского поведения и исследовательской деятельности
- Принципы и методы организации исследовательской деятельности учащихся
- Исследовательская деятельность дошкольников и младших школьников
- Исследовательская деятельность учащихся средней и старшей школы, лицеев и гимназий
- Исследовательская деятельность в системе дополнительного образования, научных обществах, общественных организациях и объединениях
- Исследовательская деятельность в учреждениях среднего и высшего профессионального образования
- Методика организации исследований учащихся в гуманитарном направлении
- Методика организации исследований учащихся в естественнонаучном направлении, эколого-биологическом образовании и природоохранном движении
- Новые информационные технологии в исследовательской деятельности учащихся
- Психологическое сопровождение исследовательской деятельности учащихся

**Регистрация участников: с 20 сентября до 10 октября 2006 года включительно на сайте конференции.**  
**Подача материалов: при условии публикации в сборнике к конференции — до 20 августа 2006 года (через сайт конференции); при условии публикации в сборнике по итогам конференции — до 25 ноября 2006 года**

**Контакты:**

Адрес оргкомитета: 115419, Москва, ул. Донская, д. 37.  
Контактный телефон: 8-901-712-51-58  
Сайт конференции: [www.issl.redu.ru](http://www.issl.redu.ru)  
Электронная почта: [issl@redu.ru](mailto:issl@redu.ru)



**ChemBridge Corporation**

В связи с открытием новых лабораторий ChemBridge Corporation **приглашает на постоянную работу:** руководителя группы исследований и разработки отдела комбинаторной химии; химиков-синтетиков.

**Требования:**

высшее образование;  
опыт экспериментальной работы в области тонкого органического синтеза  
(для выпускников профильных вузов  
трудоустройство не обязательно).

**Условия работы:**

оклад 11000-30000 рублей  
(по результатам собеседования);  
достойные ежеквартальные и годовые премии;  
социальный пакет

**Присылайте резюме:**

[vacancy@chembridge.ru](mailto:vacancy@chembridge.ru);  
[kurakin@chembridge.ru](mailto:kurakin@chembridge.ru)  
[www.chembridge.ru](http://www.chembridge.ru)

Телефон: (495) 775-06-54, доб. 12-01, 10-95

# International Symposium Advanced Science in Organic Chemistry

## International Organizing & Scientific Committee

I. P. Beletskaya (Chairman)  
S. A. Altshteyn  
S. A. Andronati  
V. Ya. Chirva  
M. N. Preobrazhenskaya

## Plenary Speakers

Y. N. Bubnov	V. P. Kukhar'
V. N. Charushin	F. A. Lahvich
V. P. Chernykh	M. O. Lozinsky
O. N. Chupakhin	B. A. Trofimov
U. M. Dzhemilev	P. F. Vlad
M. P. Egorov	M. S. Yunusov
A. I. Konovalov	

## Media Sponsors

Chemistry of Heterocyclic Compounds  
Mendeleev Communications  
Russian Chemical Bulletin  
Russian Chemical Reviews  
Russian Journal of Organic Chemistry

[www.asoc.ru](http://www.asoc.ru)  
[asoc@chembridge.ru](mailto:asoc@chembridge.ru)  
+7 495 775 06 54



Доктор  
биологических наук  
**Т.А. Москалюк,**  
Ботанический  
сад-институт  
ДВО РАН  
**Г.А. Комова,**  
Горнотаежная  
станция ДВО РАН



# Альпийские розы Дальнего Востока

## Розовое дерево

В дословном переводе с греческого «рододендрон» (*Rhododendron*) — это «розовое дерево»: «*rhodon*» — роза, «*dendron*» — дерево, однако некоторые авторы переводят это слово, как «альпийская роза». Представители рода рододендронов и в самом деле ни в чем не уступают царице цветов: во время цветения все они великолепны, исключений нет!

Да и альпийскими эти «розы» называют неспроста. При всей своей экологической пластичности рододендроны очень требовательны к влажности воздуха, поэтому они предпочитают горные склоны: здесь всегда влажно. К тому же в горах скапливается много снега, так что растения зимуют с комфортом. И совсем неудивительно, что из 18 видов, известных в России, 13 произрастают в муссонном климате Дальнего Востока.

Ареал рододендронов протянулся сплошной полосой с юга на север от мыса Гамова в Японском море до мыса Дежнева в Беринговом проливе. Нет ни одного района в пределах лесной и лесотундровой зоны Дальнего Востока, где бы не росли эти прекрасные



растения. Одиночно или целыми зарослями поднимаются они до субальпийского и альпийского поясов, обычно в подлеске, на болотах и в тундре.

Все рододендроны — листопадные или вечнозеленые кустарники и кустарнички с голыми, реже опушенными, побегами. Исключение — только

рододендрон Фори (*Rh. fauriei*): чаще всего он выглядит как небольшое деревце.

Представители этого рода — настоящие жемчужины растительного мира Дальнего Востока России, и к тому же они на редкость разнообразны. А рододендроны в цвету — и вовсе пир-

*1*  
*Рододендрон остроконечный — весеннее украшение приморских лесов — образует подлесок в сухих хвойно-широколиственных лесах и дубяках Южного Приморья*

*2*  
*У рододендрона сихотинского побеги столь густо облеплены цветками, что и листьев не видно. Недаром именно его выбрали символом Приморья*





Фотографии авторов



**ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ**

**3**  
*Побег рододендрона остроконечного с бутонами. Этот вид сохраняет единичные листочки даже зимой*

**4**  
*Свежевыпавший снег в розетках скрученных листьев рододендрона сихотинского напоминает комочки хлопка*

шество для взора: цветут они обильно, «на одном дыхании». При этом цветение одних видов начинается еще до того, как распустятся листья, а другие зацветают с появлением листы. Альпийские розы сменяют друг друга всю весну, захватывая и кусочек лета.

Ранней весной, когда еще только только начинают лопаться почки на деревьях и леса окутываются легкой серозеленой дымкой, сухие южные склоны многих гор становятся сиренево-розовыми (рис. 1) от цветущих зарослей рододендронов даурского (*Rh. dauricum*), остроконечного (*Rh. mucronulatum*) и сихотинского (*Rh. sichotense*) — самых распространенных на юге Дальнего Востока. Все они цветут около двух недель, но каждый вид — в свое время. В природе разница в сроках цветения малозаметна, но, если посадить растения разных видов рядышком, вы увидите, что она составляет несколько дней. Местное население называет эти рододендроны багульником и не отличает их друг от друга. Ведь все три вида — кустарники, высотой от одного до трех метров, и цветки их практически неотличимы: они имеют сходную окраску и размеры (от 2,5 до 4,5 см в диаметре).

Однако ботаники различают эти виды по листьям и знают, что их ареалы совпадают далеко не везде. Рододендрон даурский широко распространен в Амурской области с континентальным климатом, а рододендрон остроконечный (рис. 3), как и сихотинский, в Приморском крае, однако последний (рис. 2) — типичный океанический вид. Он растет на восточных

склонах Сихотэ-Алиня и вдоль морского побережья — от бухты Ольга до Советской Гавани.

Особенности строения листьев косвенно отражают те условия, которые характерны для мест, где обычно встречается данный вид. У рододендрона сихотинского листья грубее, чем у даурского или остроконечного, да к тому же конец у них не острый, а тупой. И еще одна его особенность: если у других рододендронов с наступлением холодов листья большей частью опадают, то у сихотинского они просто сворачиваются на зиму в трубочку вдоль центральной жилки (рис. 4): ведь зимы на побережье, как правило, мягкие и влажные. С приходом весны листья вновь разворачиваются и продолжают свою работу. Опадают они лишь после того, как появится молодая листва.

У рододендрона остроконечного листья несколько крупнее, чем у даурского (2–6 см и 2–4 см в длину соответственно), причем с изнанки они светло-зеленые. У второго вида нижняя сторона листа ржавого или ржаво-бурого цвета, поскольку она густо опушена. Опушение — защитная реакция на суровые условия среды, ведь рододендрон даурский растет в наиболее холодном климате.

На самом юге Приморского края проходит северная граница рододендрона Шлиппенбаха (*Rh. schlippenbachii*) (рис. 5). Этот вид впервые обнаружил на Корейском полуострове в 1854 морской офицер А.Е.Шлиппенбах, служивший на фрегате «Паллада». Листопадный ветвистый кустарник высотой от двух до



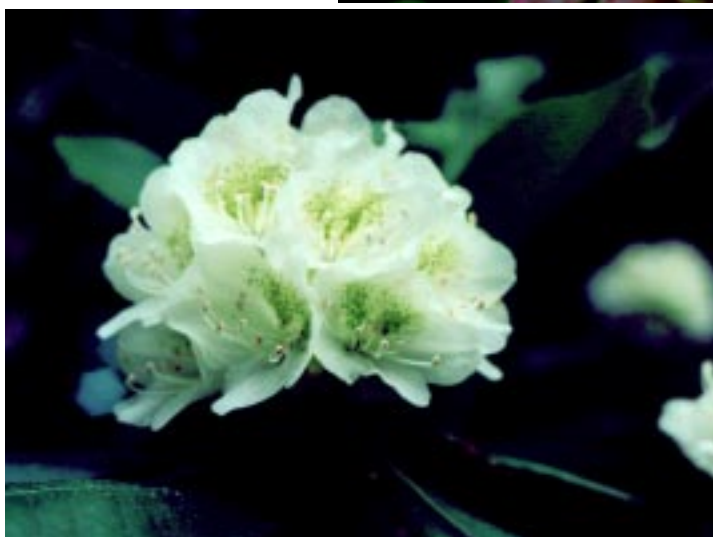
5

**Рододендрон Шлиппенбаха** — самый красивый из рододендронов Приморья, но под пологом леса он цветет не так обильно, как на опушке



6

**В дендрарии Горнотаежной станции ДВО РАН** растут два экземпляра рододендрона Фори с белыми цветками. Их вырастили из семян растений, собранных в Сихотэ-Алинском заповеднике



7

**В горных тундрах** заросли рододендрона камчатского образуют сплошной красочный ковер

пяти метров с мягкими опушенными листьями темно-зеленого цвета растет в подлеске и по опушкам дубняков на невысоких сопках. Данный вид отличается от трех предыдущих в первую очередь тем, что его кусты заметно выше, а листья, цветки и другие органы — больше. Так, длина листьев рододендрона Шлиппенбаха составляет 4–10 см, ширина — 3–7 см, диаметр венчика цветка — 7–10 см; в полтора-два раза больше у него и семенная коробочка.

Особенно редко в дикой природе встречается рододендрон Фори — вечнозеленое растение с очень крупными кожистыми листьями. В разреженных темнохвойных лесах на тенистых северных склонах этот рододендрон образует подлесок высотой до четырех метров. В 15–20-летнем возрасте, в период наиболее интенсивного роста, листья рододендрона Фори достигают максимальной величины — 6x17 см, а затем постепенно мельчают до 3x7 см. В благоприятных условиях деревья к 50–60 годам вырастают до двух-двух с половиной метров,

а их боковые ветви простираются в стороны до полутора метров. На концах ветвей в обрамлении листьев красуются соцветия из 10–15 чудесных цветков.

Долгое время ботаники считали, что в России рододендрон Фори растет только на Курильских островах, но в начале 1980-х годов его обнаружили и на восточных склонах Сихотэ-Алиня, на территории Сихотэ-Алинского заповедника. Интересно, что цветки этого рододендрона, растущего на островах, окрашены обычно в розовый цвет, а в заповеднике цветки у растений, как правило, белые с зелеными крапинками в центре (рис. 6).

В экстремальных условиях — там, где зимой часты сильные ветра или образуются снежные заносы, а летом растениям не хватает влаги, — растут рододендроны с характерной распростертой формой: мелколистный (*Rh. parvifolium*), Адамса (*Rh. adamsii*) и камчатский (*Rh. camtschaticum*). Они освоили просторы Крайнего Севера и вершины гор (горноальпийский ра-

стительный пояс) на крайнем юге Дальнего Востока, обычны в горных и кустарничковых тундрах разного типа. Многочисленные стебли-плети этих рододендронов плотно прижаты к земле и укрыты опадом из собственных листьев. Они могут достигать в длину нескольких метров. Вертикально растут лишь концевые побеги, поднимаясь над поверхностью всего на 15–30 сантиметров. Их венчают крупные соцветия, образующие сплошные яркие ковры. В горных тундрах малиново-зеленые ковры рододендрона камчатского (рис. 7) покрывают обширные участки склонов и видны за несколько километров.

В пору цветения невозможно пройти мимо рододендрона золотистого (*Rh. aureum*) (рис. 8). В Приморье он растет высоко в горах, а на севере Дальнего Востока — и в долинах, образуя куртины и куртинки в лиственных и каменноберезовых редколесьях, зарослях кедрового стланика и ольховника, кустарничково-лишайниковых тундрах.

## Дизайну учимся у природы

Род Рододендрон — самый большой во всем семействе вересковых (*Ericaceae*), он насчитывает примерно 1700 видов. Свыше 1200 из них — дикорастущие растения. Если же вспомнить, что сюда относятся еще около восьми тысяч сортов, известных как азалии, разнообразие рододендронов просто поражает.

Красивоцветущих растений, способных переносить холода, не так уж много, рододендроны здесь в некотором смысле исключение. Большинство из них «прописано» как раз в северном полушарии, в областях с холодным и умеренным климатом. В тропиках представители этого рода встречаются гораздо реже.

Следует подчеркнуть, что у всех рододендронов, за исключением рододендрона мелколистного, цветки крупные, независимо от размеров растения. Необычайно яркие и красивые, с длинными тычинками и пестиками, они часто напоминают тропических бабочек. При этом даже среди рододендронов, растущих по соседству и имеющих общее происхождение (то есть принадлежащих к одной ценопопуляции) можно встретить цветки самых

разнообразных оттенков. То-то простор для селекционеров и ландшафтных дизайнеров!

Цветущие рододендроны создают неповторимые живые картины. И хотя цветение у них, как и у многих других кустарниковых видов, непродолжительно, можно так подобрать состав видов при оформлении участка, что цветущие рододендроны будут радовать глаз с конца апреля до конца июня. Например, в дендрарии Горнотаежной станции ДВО РАН, расположенной недалеко от Уссурийска (Приморье), и окружающих ее лесах одновременно с самыми ранними первоцветами, еще до того, как распустятся листья на деревьях, зацветает рододендрон остроконечный. Чуть позже, когда появляется молодая сочная трава, приходит пора рододендрона сихотинского, а затем — рододендрона Шлиппенбаха.

Теперь лес уже полностью одет листвой, и рододендрон Шлиппенбаха — не единственный цветущий в эту пору кустарник, но краше его все равно нет. Роскошные кусты словно окутаны бело-розовой пеной (рис. 8). А по окончании цветения пышное покрывало цветков будто соскальзывает вниз и еще с неделю — до первого дождя — лежит на земле живописным ковром.



8  
**Конец мая.  
Лес полностью  
оделся листвой.  
Но у рододендрона  
Шлиппенбаха,  
выросшего на открытом  
месте, листья  
под бело-розовыми  
соцветиями почти  
не видно**

9  
**Соцветие рододендрона  
золотистого**



## ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

В коллекции дендрария станции представлены разные виды рододендронов. В их числе рододендрон Фори с белыми соцветиями и даже некоторые не местные виды. Уже много лет растут здесь рододендроны желтый (*Rh. luteum*) с Кавказа, кэтевбинский (*Rh. catawbiense*) из Северной Америки и японский (*Rh. japonicum*) — родом, естественно, из Японии. Как и рододендрон Фори, распускаются они уже после того, как отцветет рододендрон Шлиппенбаха. Многие посетители дендрария приезжают сюда только для того, чтобы полюбоваться цветущими «иностранцами». На это время приходится пик численности клещей, но даже страх перед опасными насекомыми не может заставить истинных ценителей пропустить изумительное зрелище.

С завершением праздника цветения рододендроны уже меньше выделяются на общем зеленом фоне. На месте соцветий образуются невзрачные плоды — многосемянные пятистворчатые коробочки. В них созревают мелкие (0,5–2,0 мм длиной) палочковидные или продолговато-яйцевидные семена. Впрочем, листья всех рододендронов тоже очень декоративны. Особенно красивы они у рододендронов золотистого (см. рис. 9), подъяльникового (*Rh. hypopitys*) и, конечно, Фори — крупные, плотные, с глянцевой поверхностью, они отдаленно напоминают листья фикуса и неизменно обращают на себя внимание лесных путников в любое время года.

Рододендроны очень пластичны — их формы часто зависят от того, где именно они растут. Тот же рододендрон Фори может вырасти не только как деревце, но и в виде стелющегося кустарника (станца), если поселится на крутом склоне, где дуют сильные ветра и образуются снежные заносы. В зависимости от условий он может иметь высоту от нескольких сантиметров до нескольких метров. Эти возможности рододендронов обязательно следует учитывать в дизайне парков, скверов, приусадебных участков, дабы не выросло что-нибудь такое, чего вы совсем не ожидали.

Кроме того, хорошо продумайте, где разместить растения, чтобы их красо-



10  
*Белая форма  
рододендрона  
желтого*

## В защиту весенней красоты лесов

Известный лесовед, певец дальневосточной природы Николай Васильевич Усенко назвал рододендроны «красой весны». К сожалению, красота цветущих рододендронов часто играет с ними злую шутку. Люди обламывают побеги с цветами и бутонами, не думая о том, что губят прекрасные растения. А в последние годы остро встала и другая проблема — бум благоустройства частных новостроек.

Чтобы обиходить свои участки, люди выкапывают посадочный материал в близлежащем лесу. Те же, у кого есть высокопроходимый транспорт, забираются в поисках диковинок даже в таежную глухомань и нередко заготавливают растения в массовых количествах, нанося необратимый ущерб дикой природе. Они даже не знают, что взрослые растения на новом месте не приживаются.

А ведь рододендронам и без того приходится несладко: огромный урон естественным зарослям даже самых обычных рододендронов (даурского и остроконечного) наносят лесные пожары. Изучая структуру биоценозов сухих дубняков на горных склонах в районе Горнотаежной станции, мы обратили внимание, что в основаниях кустов рододендрона скапливается много сухих листьев, а также ветоши — отмершей травы. Все это постепенно сносят со склона ветер и ливни, а в результате накапливается слой толщиной до 25 сантиметров. С одной стороны, эти залежи растительных остат-

11  
*Рододендрон  
сихотинский,  
в отличие от остроконечного, предпочитает более  
влажные местообитания и цветет позже: в это время  
на деревьях уже появляется листва*



та не потерялась. Очень эффектно смотрятся рододендроны, расположенные свободными группами на газонах, рядом с дорожками, возле мест отдыха, рядом с хвойными растениями: елями, соснами, туями, тисами. Учитывая, что рододендроны влаголюбивы, можно высадить их вблизи водоема. Влажный воздух смягчает неблагоприятное действие летней жары, и у вас есть шанс вырастить здесь пышные кусты.

Рододендроны в группах, конечно же, должны гармонировать друг с другом по окраске цветков, да и высота взрослых растений — фактор немаловажный. Хорошо бы учесть также биологические особенности видов. Например, рододендроны Шлиппенбаха и Фори в летнюю пору смотрятся рядом просто великолепно, но зимой голые ветви кустарника будут только портить впечатление от вечнозеленого деревца. Для альпинариев подходят низкорослые виды: коврики рододендрона камчатского украсят альпийскую горку в любое время года.

ков делают землю возле рододендронов более плодородной, но с другой — именно из-за них центральные части кустов выгорают во время пожара гораздо сильнее, чем остальные участки лесного покрова — вплоть до минеральных слоев почвы.

Сразу же после пожара по периферии бывшего куста начинают интенсивно расти корневые отпрыски, и уже в первый год на месте материнского растения нередко формируется несколько мелких кустиков. Однако прежние растительные сообщества восстанавливаются на выжженном месте далеко не всегда.

К сожалению, в последние десятилетия лесные пожары по вине людей заметно участились. Одни и те же участки, особенно на южных склонах, где большей частью и растут рододендроны, в сухие сезоны выгорают из года в год. А ведь каждый новый пожар ведет к неуклонному сокращению площадей, занятых рододендронами.

Если учесть все превратности судьбы, которых просто невозможно избежать красивым декоративным растениям, станет понятно, насколько важно вводить дальневосточные рододендроны в культуру. К счастью, их давно уже выращивают в ботанических садах, они получили широкое распространение в оранжерейном садоводстве. Особое место занимает в этом деле английская садовая школа. Из Англии распространились по всему миру гибриды, известные ныне как азалии. К слову сказать, именно в этой стране введен в культуру рододендрон Шлиппенбаха: уже в конце XIX века он был известен англичанам под названием «Королевская азалия».

## Что стоит вырастить чудо?

И все-таки в парковом хозяйстве, для озеленения городов и поселков рододендроны используют нечасто. Да и на приусадебных участках дальневосточников это чудо природы — редкий гость. Не каждый решится всерьез выращивать рододендроны: уж очень сложна и трудоемка технология ухода за ними!

Агротехникой выращивания рододендронов занимались немало. Хорошие советы дают в своих работах видные специалисты в этой области М.С.Александрова (см. «Химию и жизнь», 1999, № 9) и И.П.Петухова. Поэтому мы отметим только те моменты, которые имеют отношение именно к рододендронам Дальнего Востока и должны соблюдаться неукоснительно.

Хороших успехов можно добиться, если выращивать рододендроны в условиях, близких к естественным, и в

первую очередь важно учитывать, что растения эти влаголюбивы. Все дальневосточные виды нуждаются не только в высокой влажности воздуха, но и в небольшом затенении, предпочитают влажные и хорошо дренированные почвы с высоким содержанием гумуса.

Растут рододендроны очень медленно, особенно в первые годы. В природе они часто вырастают из семян, а в культуре их размножают и черенками, и отводками, и делением кустов, и прививкой. Конечно, для создания коллекций интродуцентов и селекционной работы лучше всего получать рододендроны из семян, но для озеленения и выращивания посадочного материала в питомниках годится и вегетативный способ размножения. Дело в том, что растения, полученные из семян, зацветают лишь на четвертом-десятом году жизни, в то время как укорененные черенки рододендрона могут зацвести уже на следующий год.

Лучше всего укореняются фрагменты верхушечной (апикальной) части побега. При этом в теплице полуодревесневшие и хорошо одревесневшие черенки листопадных рододендронов дают корни через полтора месяца, а вечнозеленых — через три-четыре с половиной месяца. Результаты зависят и от вида растения. У рододендрона даурского укореняются практически все черенки, причем требуется для этого всего полтора месяца, а вот для рододендрона Ледебура (*Rh. ledebourii*) и три четверти укоренившихся черенков — очень хороший показатель. К тому же с ним приходится набраться терпения и ждать результатов три с половиной месяца. Доращивать укорененные черенки следует в питомнике, ни в коем случае не допуская пересыхания почвы. Лишь через два-три года растение можно высадить в открытый грунт, да и то если оно будет чувствовать себя хорошо.

Оптимальное время посадки, особенно для листопадных рододендронов — весна. Выкопать ямы и сделать дренаж желательно заранее, и, поскольку рододендроны имеют неглубокую корневую систему (30–40 сантиметров), землю в зоне, которую занимают корни, мульчируют. Уход за посадками включает прополку, частый обильный полив и подкормки. После полива землю рыхлят.

Большинство рододендронов хорошо растет только на кислых почвах (оптимальное значение pH — 4,5–5,5), поэтому при посадке и пересадке кустарников почву необходимо специально подкислять, добавляя в нее кислые удобрения (суперфосфат, сернокислый аммоний, сернокислый магний, сернокислый калий) и/или сфагновый либо хвойно-подстилочный торф. За-

тем растения подкармливают подобными же удобрениями, внося их ранней весной из расчета 20 г суперфосфата, 20 г сернокислого калия и 40 г сернокислого аммония на одно взрослое растение или на 1 м<sup>2</sup> площади. Второй раз почву удобряют половинной дозой этих веществ, уже после того, как растения отцветут.

Подобно многим другим видам, рододендроны не любят, когда их поливают жесткой водой, так как она подщелачивает почву. Количественно показателем жесткости растворов обычно выражают в немецких градусах жесткости. Один такой градус — это 10 граммов CaO или 1,19 граммов MgO на литр воды. Если жесткость не превышает 10 градусов — вода мягкая, 10–20 градусов — средней жесткости, больше 20 — жесткая. При необходимости воду для полива смягчают, подкисляя ее серной, фосфорной, щавелевой, лимонной, уксусной или любой другой кислотой. Исключение составляет рододендрон Адамса, который растет в Магаданской области и приурочен исключительно к выходам известняков.

Для Дальнего Востока обычны холодные сухие зимы с сильными ветрами. Именно из-за зимних ветров так часто гибнут искусственные посадки рододендронов. Естественная защита как от холода, так и от иссушения в



12

*Рододендрон Желтый, известен под названием «понтийская азалия»*

морозы — это снег, а в искусственных условиях для посадки следует выбирать места, защищенные от ветров и прямых солнечных лучей. При этом листопадные рододендроны будут лучше расти на открытом месте, а для вечнозеленых больше всего подходят уголки, примыкающие к северным стенам домов. Неплохо будет растениям и на лесистых участках, а особенно — под одиночными хвойными деревьями: ведь хвоя обеспечивает почве кислую реакцию.

Чтобы в холода кустики рододендронов не вымерзли, перед началом



## ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

зимы, пока мороз не сковал почву, их нужно обильно полить. Кроме того, в первые два-три года после посадки вечнозеленые рододендроны рекомендуется укрывать еловым лапником, низкорослые — опавшим сухим листом, а чтобы позаботиться должным образом о листопадных растениях, необходимо пригнуть все их побеги к земле.

В конце марта — начале апреля лапник и лист убирают, и лишь вечнозеленые рододендроны раскрывают немного позже, так как они очень боятся весенних солнечных ожогов. Молодые посадки необходимо защищать от яркого солнца и летом, а чтобы не ослаблять еще неокрепшие растения, у них следует выламывать бутоны. У взрослых рододендронов, когда они отцветут, лишние семенные коробочки также удаляют. Это способствует лучшему цветению растений в следующем году.

Если хлопоты вас не пугают и вы решились завести на своем участке эти дивные растения — удачи вам! Разведение рододендронов в культуре имеет не только эстетическое значение: оно способствует сохранению редких декоративных видов. Только не выкапывайте саженцы-дички в лесу, даже если вы живете там, где рододендроны в природе обычны. Пощадите зеленую зону вашего города или поселка — ведь уже сейчас возле населенных пунктов красивые растения встречаются все реже и реже.

### Что еще можно прочитать о дальневосточных рододендронах:

Зорикова В.Т. Рододендроны Приморского края и их хозяйственное использование // Научные основы хозяйственного освоения юга Приморского края. Владивосток: Кн. изд-во, 1971.

Мазуренко М.Т. Рододендроны Дальнего Востока. М.: Наука, 1986.

Петухова И.П. Рододендроны на юге Приморья. Интродукция, культура. Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2006.



# Общение человека с насекомыми

**А.А.Бенедиктов,**  
кафедра энтомологии  
биологического факультета МГУ

**Х**орошо известно, что многие насекомые общаются с особями своего вида при помощи звуков и вибраций. Это помогает им равномерно распределяться в пространстве, поддерживать целостность популяции, выяснять конкурентные отношения, находить партнера для спаривания, ухаживать самцу за самкой перед копуляцией и многое другое.

Относительно общения между собой представителей разных видов насекомых сведений меньше. Есть данные, что некоторые кузнечики могут контактировать друг с другом при помощи территориальных сигналов. Однако межвидовая коммуникация происходит редко. Этому препятствует видоспецифичность сигналов. Кроме того, что населяющие один биотоп животные могут общаться в разных диапазонах (ультразвук, слышимый звук или низкочастотные вибрации, распространяющиеся в твердом субстрате), внутри одного диапазона виды занимают свои акустические ниши, характеризующиеся уникальным комплексом признаков сигналов, в том числе их определенным ритмическим рисунком. Например, кобылки или кузнечики издают щелчки или их серии с разным периодом повторения, не мешая друг другу.

Общение между представителями разных отрядов насекомых, также как и общение насекомых с видами других классов животных, чаще всего сводится к взаимодействию хищника с жертвой. Так, хищники и паразиты ищут насекомых по их звуковым сигналам или вибрациям, а жертва может реагировать на нападение защитными звуками или сигналами протеста (например, цикада, взятая в руки, испускает пронзительную песню).

А может ли человек участвовать в акустической коммуникации насекомых? Постоянно, сами того не подозревая, мы не только уничтожаем и отравляем места обитания животных — вырубая леса, осушая водоемы, выбрасываем вредные газы и сточные воды, разбрызгиваем ядохимикаты, — но и вносим помехи в диапазоны их общения в виде вибраций почвы, шумов, звуковых и ультразвуковых волн. Последствия такого акустического давления на насекомых предугадать невозможно, хотя известны примеры негативных последствий, например, для рыб. Часто для привлечения аквариумных рыбок при кормлении стучат по стеклу пальцами. У скалярий (*Pterophyllum scalare*) этот звук во время брачного периода нарушает процесс ухаживания самца за самкой, поскольку самец издает похожие глухие щелчки. Не исключено, что подобные случайные или намеренные имитации сигналов могут нарушить важные процессы также и у насекомых.

Так как акустическое влияние человека на насекомых мало изучено, интересны все проявления ответных реакций этих животных на раздражения звуком и вибрациями. Известна способность насекомых (как, впрочем, и любых других издающих звуки животных) отвечать на собственные сигналы, воспроизведенные на магнитофоне. Самцы с примитивными сигналами, например высокочастотными одиночными щелчками, отвечают на имитацию этих щелчков, если экспериментатор издает их при помощи ногтей, а самки начинают поиск самца, думая, что это — его призыв. Такое явление называется положительным фонотаксисом, и на нем построено

действие акустических ловушек. Известен и отрицательный фонотаксис — бегство животных как реакция на звуки определенной частоты, что иногда используется для отпугивания насекомых. Но особенно интересно то, что некоторые, не издающие звуков насекомые, реагируют на человеческий голос, и с ними можно буквально разговаривать! Об этом свидетельствует личный опыт автора.

## История одного открытия

Я склонился над виброустановкой и издал короткий звук низкой частоты, напоминающий стон, слегка понизив его в конце. В ответ раздалось низкочастотное рычание. Я повторил звук. Из динамика, как эхо, раздался такой же стон. Вот так уже на протяжении восьми лет я общаюсь с тетригидами (*Tetrigidae*) — насекомыми из отряда прямокрылых (*Orthoptera*), коммуникацию которых мне посчастливилось открыть. За это время при помощи вибростенда, преобразующего вибрации насекомых в слышимый звук, а мой голос в вибрации, мне удалось наладить контакт с четырьмя из девяти изученных видов. А в мировой фауне прыгунчиков, как их называют по-русски, более тысячи видов, и обитают они главным образом в тропиках. Удастся ли поговорить со всеми?

Я никогда не верил в то, что есть «глухонемые» насекомые. Если мы кого-то из них не слышим, это вовсе не значит, что они не общаются между собой. Изучая звуки поющих саранчовых (*Acrididae*), я всегда удивлялся тому, что некоторые их ближайшие родичи абсолютно молчаливы. Причем у одних есть хорошо развитые слуховые органы (зачем они им, хотелось бы знать?), а у других нет никаких видимых приспособлений для издавания и восприятия звуков. К ним относятся, например, мелкие тетригиды (*Tetrix*) (рис. 1) — родственники саранчовых, обитающие на открытых и хорошо освещенных глинистых, торфянистых или заиленных участках почвы, с переувлажненной растительностью, влажными гнилушками и мхом — основной их пищей. Встречаются они и на наших огородах.

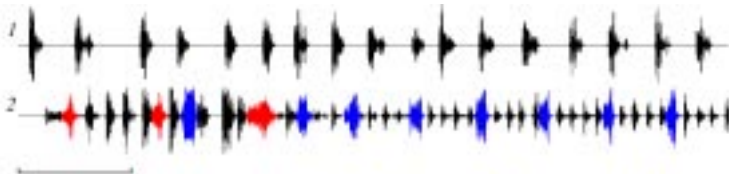
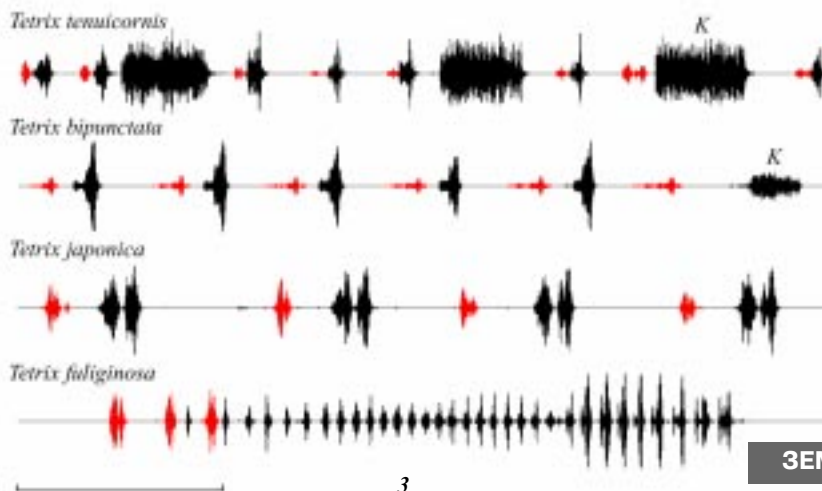
Фото автора

1  
**Шиловидный прыгунчик**  
(*Tetrix subulata*) — обитатель наиболее влажных биотопов.  
Самка, длина тела 13,5 мм



2

Осциллограммы звуков-стимулов и ответов на них вибрациями самцов четырех видов тетригид. Звуки (одиночные посылки) издавали голосом. Красный цвет — голосовая посылка «стон», черный — ответы насекомого по типу «стон» или «рычание» (конкурентная серия — К). Отметка времени 5 с. Температура 29–31°С



3

Осциллограммы сигналов ухаживания самца *Tetrix japonica* за оплодотворенной самкой до (1) и после (2) раздражения голосовой имитацией (одиночными посылками). Красный цвет — голосовая посылка «стон», синий — ответ тетрикса посылкой «стон», черный — посылки «дрожь» с раскрытием-складыванием крыльев (1 — весь сигнал, 2 — начало сигнала) и без участия крыльев (2 — серии между посылками синего цвета). Отметка времени 5 с. Температура 29–31°С

Тетригиды известны с 1758 года, когда их впервые описал Карл Линней, но на протяжении почти четверти тысячелетия все склонялись к единому мнению, что эти насекомые не поют и ничего не слышат. И вот летом 1997 года, принеся прыгунчиков домой, я увидел, что сидящие рядом на сухом листе самцы шиловидного тетрикса (*Tetrix subulata*) по очереди вибрируют всем телом. Мне пришла в голову мысль — исследовать их с помощью вибродатчика. Когда тетриксы оказались на вибростенде, я услышал то, о чем никто до меня не догадывался. Преобразованные в слышимый звук, вибросигналы напоминали то рычание, то уханье. Скажу честно, я не был к этому готов и вначале посчитал, что звуки доносятся из открытого окна. И только приблизившись вплотную к динамику, понял, что это скулит и рычит тетрикс.

У второго вида, который был в то время в моем распоряжении, — тонкоусого прыгунчика (*Tetrix tenuicornis*), тоже удалось зарегистрировать сигналы, причем совсем не такие, как у первого. Если шиловидный тетрикс ухал и рычал в довольно быстром темпе, то тонкоусый прыгунчик издавал одиночные, продолжительные стоны. Прислушав эти сигналы и дождавшись, когда самец замолчит, я машинально повторил голосом его одиночный стон. И каково же было мое изумление, когда тетрикс ответил мне таким же стоном. Я еще раз издал сигнал, и тетрикс вновь ответил. После пятого или шестого стола терпение насекомого, видимо, истощилось, и самец, вероятно признав во мне соперника, издал рычание — специфический конкурентный сигнал, говорящий чужому самцу, что территория уже занята.

Звуковая волна заставила колебаться площадку вибростенда, на котором находился прыгунчик, и тот меня услышал подколенными органами — специализированными датчиками насекомых, регистрирующими вибрации.

В дальнейшем такой акустико-вибрационный разговор довольно часто выручал меня, когда с первого раза не удавалось зарегистрировать сигнал у неизученных еще видов тетригид. Интересный случай произошел с двупятнистым тетриксом (*Tetrix bipunctata*), сигналы которого не были мне известны. Самец упорно молчал уже не первый день. Устав ждать, я начал периодически издавать перед вибростендом одиночные посылки-стоны различной длительности и частотной модуляции. Спустя несколько минут раздался громкий и четкий ответ сходным стоном. Это было настолько неожиданно, что я вздрогнул.

Мне удалось наладить голосовой контакт и с другими видами (рис. 2), в том числе с темным и японским тетриксами (*Tetrix fuliginosa* и *T. japonica*), причем последний оказался весьма общительным.

Дело в том, что, по моим наблюдениям, одиночные стоны способны издавать не только самцы, но и неоплодотворенные самки тетриксов. Видимо, общение нужно им для того, чтобы показать готовность к спариванию. Оплодотворенная самка обычно молчит, хотя самец в это время может за ней ухаживать. В одном из опытов самец японского тетрикса дважды пытался ухаживать за оплодотворенной самкой. Он издавал возле нее сигнал из коротких посылок, воспринимаемых на слух как дрожь, и при этом раскрывал и складывал крылья (рис. 3, осциллограмма 1). Так как оба раза самка не

отвечала, а только молча отбивалась задними ногами, самец потерял к ней всякий интерес. Тогда я решил простимулировать самца имитацией одиночных стонов. После этого самец резко изменил свой сигнал (рис. 3, осциллограмма 2) на серии из трех-четырех коротких посылок (дрожь), но без участия крыльев, чередующихся с более длительными посылками (стон). Самец еще долго проявлял интерес к самке, хотя та вполне определенно его игнорировала.

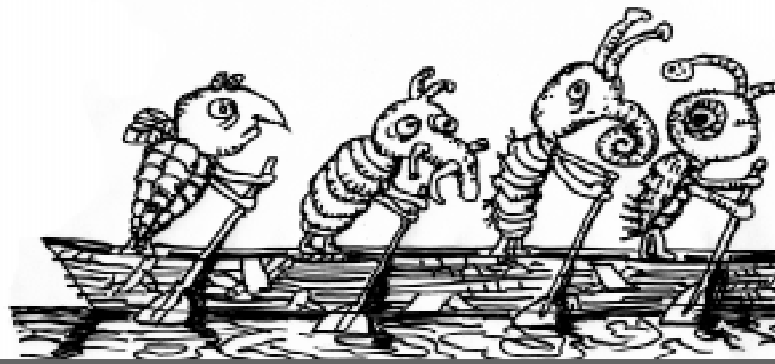
К сожалению, найти общий язык с другими тетриксами (шиловидным, сходным (*Tetrix simulans*) и сжатым (*Depressotetrax depressus*), а также с прыгунчиками Боливара и тартара (*Tetrix bolivari*, *T. tartara*) не удалось. Таким образом, языки отдельных видов пока остаются неразгаданными.

**Автор выражает благодарность А.А. Полилову (МГУ) за предоставленных живых особей *Tetrix japonica* из Южного Приморья.**

Работа поддержана грантами РФФИ № 04-04-48189 и «Университеты России». Материал по виброкоммуникации тетригид размещен в Интернете на сайте Entomology Info (<http://entomology.narod.ru/tetrix/>).

**Что еще можно прочитать о коммуникации прыгунчиков**

Бенедиктов А.А. Зоологический журнал, 1998, т.77, № 9, с.1021.  
Бенедиктов А.А. Труды VII Убсунурского международного симпозиума. Кызыл, 20–24 сентября 2001 г. М.: Слово, 2002, с.97.  
Бенедиктов А.А. Труды Русского энтомологического общества, 2005, т.76, с.131.



# Шапка аспиранта

Однажды зимним утром, часов эдак в половине десятого, когда народ еще только начал понемногу подтягиваться в институт, на работу пришел некий весьма целеустремленный и на редкость дисциплинированный аспирант, назовем его Витей. Однако, к его удивлению, он не был первым: на высокой табуретке у тяги уже сидел и сосредоточенно монтировал похожую на инсталляцию установку м.н.с. Петр, который, не отрываясь от дела, едва повернув голову, ответил на приветствие вошедшего. Но через полминуты что-то заставило Петра взглянуть в фигуру аспиранта, который начал раскладывать свои тетрадки.

— Вить, что-то у тебя сегодня голова какая-то большая!

К чудачествам Петра все давно привыкли, поэтому Виктор попросту не обратил на эту фразу никакого внимания, пробурчав нечто вроде:

— Не говори ерунды, — или что-то в этом духе.

Через полчаса в лаборатории появился свежее испеченный кандидат наук Игорь. Удобно расположившись в единственном кресле, он взялся было за оттиск шефского обзора, замурлыкал популярный мотивчик, но, прочитав с полстраницы, отодвинул обзор и предложил начать рабочий день с чаепития.

— Вить, ты у нас самый молодой, поставь-ка чайку!

Аспирант нехотя направился к раковине и попал в поле зрения Игоря.

— Ты в аспирантуре определенно умнеешь: лоб у тебя стал крупнее. Постригся, что ли, вчера?

Виктор взглянул на свое отражение в небольшом мутноватом зеркале, висящем над раковиной, ничего нового в себе не заметил и поставил колбу с водой на газовую горелку — электрическими чайниками в те, уже далекие, времена почти не пользовались.

В хозяйстве кончилась заварка, поэтому аспирант был послан к соседям. Вернулся он через несколько минут, чай принес, но на лице его читалось легкое замешательство.

— Что случилось, старик, ты что всполошился?

Ответа не последовало, Вить снял со стены зеркало, подошел к окну и, прилаживая зеркало, пытался что-то разглядеть в своем отражении.

— У меня действительно расширилась голова или мне это кажется?

Петя и Игорь поднялись со своих мест и начали заинтересованно всматриваться, заставляя Виктора поворачиваться и демонстрировать им свою голову с разных ракурсов.

— Ты знаешь, заметно. Как только ты вошел в комнату, я сразу обратил внимание, — с некоторым беспокойством в голосе заявил Петр. — Пожалуй, тебе надо сходить к врачу.

В этот момент открылась дверь и в лабораторию вплыла лаборантка Валентина Ивановна, дама добродушная и разговорчивая:

— Здравствуйте, труженики, привет молодому поколению!

Она конспективно обсудила особенности погоды текущего года, доложила о школьных успехах своего малолетнего внука и приготовилась включиться в процедуру чаепития, но тут ее взор упал на Виктора, который держал в руках зеркало и продолжал изучать свою голову.

— Вить, я еще вчера смотрю, что-то у тебя голова вроде бы расти стала. Теперь, вижу, и ты сам это заметил. Может, у тебя водянка началась? У моего соседа такое было. Сходил бы ты, парень, в поликлинику. Голова-то не болит?

Аспирант снял халат и тихим голосом объявил, что, пожалуй, сходит к врачу. А голова до сегодняшнего утра, кажется, не болела, а сейчас — он прислушался к себе — немного ноет.

Виктор набросил куртку, взял шапку и начал натягивать ее на голову. Шапка не налезала! Вернее сказать, налезала, но была явно мала.

— Это не моя шапка!

Но нет, шапка была его собственная. Аспирант побледнел и опрометью бросился вон из лаборатории.

Вернулся он к обеду злой, но успокоенный.

— То, что вы все заранее сговорились, — это понятно, но как ты успел за три минуты, пока я ходил за чаем, ушить шапку? — бросил он Петру. И направился к своему рабочему месту, чтобы наверстать упущенное понапрасну время.

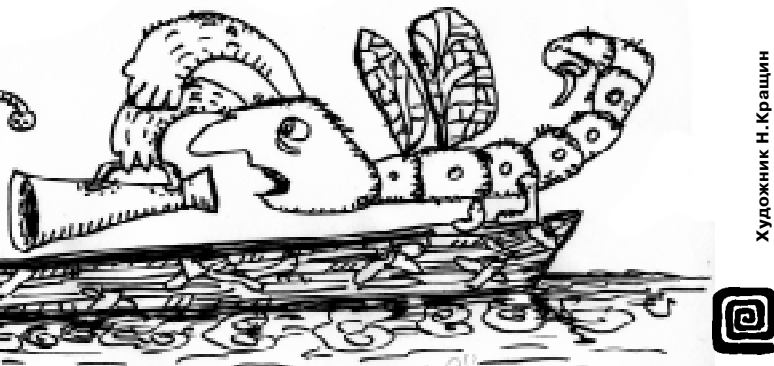
Через неделю пришла бумага из поликлиники, в которой Виктору предписывалось явиться на прием к психоневрологу для лечения невроза навязчивых состояний.

## О вреде дефицита

История эта случилась в середине 70-х в старинном русском городке, входящем в цепочку Золотого кольца, в одном из пансионатов, где проходила научная школа, посвященная достижениям и проблемам, скажем, некорпускулярной химии. Большинство участников составляла научная молодежь из основных химических центров СССР — категория, которую на Западе именуют постдоками. Аспирантское сословие было представлено слабее, ибо редкий аспирант может на две недели забросить работу — поджидает трехлетний срок. Присутствовали, разумеется, и мэтры: десятка два именитых профессоров, сменяя друг друга, наезжали читать лекции и, конечно, захватывали парутройку дней, чтобы отдохнуть и развеяться. Всего к заключительному этапу школы, о котором и пойдет речь, набралось человек 120.

Лекционный план был в основном выполнен; народ успешно перезнакомился, чему немало способствовала культурная программа, в значительной мере сводившаяся к вечерним посиделкам за дружеским столом. Пансионат входил в систему лагерей ЦК ВЛКСМ «Спутник», поэтому неременный ритуал того времени — идеологическая компонента учебы, то есть одна-две лекции партийных пропагандистов — был исполнен. Организаторы могли поставить галочку и рядом с этим пунктом. Словом, все шло своим чередом, без каких бы то ни было непредвиденных обстоятельств. Возможно, имен-





Художник Н. Крацін

## ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

но эта вполне рутинная обстановка и спровоцировала инцидент, о котором мы ведем рассказ.

Во время последней предобеденной лекции на доске объявлений школы появился листок:

### **Вниманию участников школы по некорпускулярной химии!**

*Специально для вас сегодня с 14 до 15 час.*

*на железнодорожной станции будет организована торговля промышленными товарами.*

*Вагон-магазин «Березка» прибывает на 7-й путь.*

*Торговля за рубли — по предъявлению  
пригласительного билета.*

Молодому поколению читателей, по-видимому, надо объяснить, что в описываемые времена тотального дефицита сеть магазинов «Березка» торговала именно этим самым дефицитом, главным образом импортного производства. Но торговала не за наши родные рубли, а за чеки Внешпосылторга, которые имели совграждане, работавшие за рубежом, ну и, конечно, спекулянты.

Поэтому нет ничего удивительного в том, что на обед, начинавшийся в 13.30, охотников не нашлось: весь состав школы двинулся по направлению к вокзалу, до которого было километра полтора. Авангард составили наиболее озабоченные предстоящими покупками жители периферийных городов, где со снабжением было совсем худо. Они опережали основную массу метров на 500. Замыкала колонну профессура, представители которой, во-первых, считали неприличным торопиться (да и возраст уже не тот), во-вторых, подспудно надеялись на интеллигентность молодых участников, обычно уступавших очередь в столовой пансионата.

Дискутировались в колонне два вопроса: пригласительный билет, который надо будет предъявлять, — это билет на школу или какой-то специальный, в магазин, и по какому курсу будут переводить чеки в рубли?

Было без четверти два, когда авангард ворвался на станцию.

— Где тут у вас седьмой путь, на который прибывает вагон-магазин?

Увы, никто из опрошенных железнодорожных служащих не слышал о готовящейся торговой операции. Более того, некоторые вообще отрицали наличие на станции 7-го пути.

Химики-некорпускулярники — народ ушлый, им не потребовалось много времени, дабы осознать, что их гнусно разыграли. Чтобы хоть как-то скомпенсировать свою первоначальную недогадливость, представители авангардной группы, повстречав на обратном пути жутко торопящееся основное ядро компании, с деланной озабоченностью на лицах сообщили: «Очередь мы организовали, но требуется еще список всех участников школы, мы сейчас за ним сгоняем». И оставшаяся публика дружно повалила в несуществующий магазин.

Участники школы долго не могли поверить в печальную истину и с пристрастием выпытывали у железнодорожников местонахождение заветной передвижной торговой точки. На-

шелся и неформальный лидер, который пробился к начальнику станции с требованием прояснить ситуацию. Дамы-некорпускулярницы в надежде на опечатку в объявлении обошли грузовые составы, стоявшие на путях (которых в привокзальном пространстве было всего четыре). Тщетно. Никто из местных не только не слышал о вагоне «Березка», но и вообще не помнил, чтобы в последние десять лет на станции торговал передвижной магазин. Разве что работники вагонов-ресторанов из поездов, следующих от столицы на Север и Восток, во время пятиминутной стоянки втридорога продавали московскую колбасу.

Весь обратный путь обозленная и изрядно проголодавшаяся компания жаждала крови отвратительного шутника: найти и примерно наказать! Способы предлагали самые разные — от тривиального «набить морду» до изощренного «объявить бойкот всей некорпускулярной общественности». Впрочем, что толку объявлять бойкот, если и так завтра школа закрывается.

К ужасному разочарованию добавилась еще одна неприятность. Когда вернувшиеся в пансионат устремились в столовую в надежде что-нибудь перехватить, администратор ответил категорическим отказом:

— Где это видано, чтобы весь питающийся контингент безо всяких уважительных причин и предварительных договоренностей опаздывал на обед на два часа?

А вечером был банкет, значившийся в программе как товарищеский ужин. Местного разлива водка соседствовала с неприятной закуской, но и того, и другого было вдосталь. Народ расслабился, кровожадные планы мщения неизвестному шутнику постепенно увяли. Да и как его найти?

Кой-какие соображения, правда, возникли. Одной проницательной «школьнице» показалось подозрительным поведение всегда замкнутого московского умника из Института сливоскопии: во-первых, он не бросился, как все, на вокзал, а только лишь плелся в самом конце колонны и до станции не дошел, во-вторых, после возвращения из бесплодного похода его видели вместе с миловидной, но тоже необщительной особой, которая — единственная из всего коллектива — не выходила из пансионата, невнятно объясняя свое поведение нелюбовью к массовым акциям, а также глубоким безденежьем. Но, поскольку прямых доказательств не было, разбирательством заниматься не стали, тем более что банкет набирал силу.

Назавтра было официальное закрытие. Страдающая похмельным синдромом мужская часть компании безуспешно пыталась найти хоть что-нибудь для поправки здоровья. Торговля спиртным в местных магазинах началась в час дня, а привезенные запасы давно иссякли. Тут уж было совсем не до поисков вчерашнего террориста. Так и разъехались, сохранив на годы добрую память друг о друге и обо всем некорпускулярно-химическом мероприятии.

А почти через год вернувшиеся из городка участники аналогичной школы, но уже по корпускулярной химии, рассказывали, что заведующий столовой пансионата попал под суд за многочисленные хищения социалистической собственности и получил пять лет с конфискацией. На суде, по-видимому, когда-то обиженная начальством и потому яростная свидетельница-официантка обвинила заведующую, среди прочего, в краже продуктов, предназначенных для обеда на 120 человек. Она будто бы видела, как за столовой вешал пресловутое объявление.

Чем сегодня заведует этот остряк-мздоимец — фирмой, холдингом, торговым домом? А может быть, он депутат Госдумы?

Сливоскопист же и его малообеспеченная подруга вскорее после описываемых событий поженились и, как говорят знающие люди, по сей день живут в мире и согласии.

**Ген. Меладзе**



# Современные ПОЛИМЕРНЫЕ материалы

международная  
специализированная  
выставка

#### Организаторы:

- Российская академия наук
- Министерство промышленности и энергетики Российской Федерации
- Российский союз химиков
- Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
- Закрытое акционерное общество «Росхимнефть»
- Закрытое акционерное общество «Экспо-Биоим-Технологии»

#### В рамках выставки состоится:

- международная научно-практическая конференция «Полимерные материалы XXI века в действии»

#### Тематика конференции:

- новые направления в синтезе и исследовании полимерных материалов
- тенденции развития в области производства клеев
- термоэластопласты в автомобилестроении
- полимерные материалы для ремонта техники и оборудования (в т.ч. клеи и герметики)
- интеллектуальные присадки для полимеров
- новые перспективные технологии в производстве химических волокон и лакокрасочных материалов
- конкурсы на лучшую экспонируемую продукцию
- презентации фирм

#### Тематика выставки:

- Синтетические полимеры и сырье
- Полимерные композиционные материалы, в том числе армированные химическими волокнами
- Синтетические каучуки
- Стеклопластики
- Клеи, герметики, компаунды
- Интеллектуальные присадки для полимеров
- Химические волокна и нити
- Биоразлагающиеся полимеры
- Лаки и лакокрасочные материалы
- Технологическое и вспомогательное оборудование для производства полимеров и их переработки
- Автоматизация производства. Системы контроля
- Информационное обеспечение
- Лабораторное и аналитическое оборудование и приборы
- Суперконцентраты
- Стабилизирующие компоненты, катализаторы
- Полимерные упаковки технического назначения
- Композиционные наноматериалы
- Проектирование химических предприятий, складов
- Утилизация отходов полимерного производства

13-16  
Июня  
2006

СК «Олимпийский»  
Москва

#### Контактная информация:

ЗАО «Экспо-Биоим-Технологии»  
117219 Москва, ул. Б. Черемушкинская, 34, оф. 552  
Т/факс: (095) 933 9051, 933 9054  
E-mail: aleshnikova@imce.ru  
bondar@imce.ru  
expo@expobiochim.ru  
www.expobiochim.ru



VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

# ЭКСПОХИМИЯ

МАЯ  
30-2  
ИЮНЯ  
2006  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР  
СЕВЕРО-ЗАПАДА



#### Организаторы:



Российское Химическое общество  
им. Д.И. Менделеева

Россия, 196105, Санкт-Петербург, а/я 215  
Тел./факс: (812) 718 3537  
E-mail: chem@orticon.com www.farexpo.ru

При поддержке:

Федеральной службы по экологическому,  
технологическому и атомному надзору  
Правительства Ленинградской области

# ИОН-ДРЕЙФОВЫЙ ГАЗСИГНАЛИЗАТОР ИДГ-010

Ион-дрейфовый газосигнализатор ИДГ-010 предназначен для определения и идентификации большого числа вредных веществ в воздухе, в том числе сильнодействующих ядовитых, отравляющих и наркотических веществ. Основным достоинством метода ион-дрейфовой спектрометрии, используемого в приборе, является **высокая избирательность** обнаружения веществ, что позволяет проводить определение в широком диапазоне концентраций. Значение величины порога обнаружения обусловлено химической природой определяемого вещества, составом анализируемого воздуха и сопутствующих примесей. Для многих веществ эти значения находятся на уровне ПДК атмосферы и ПДК воздуха рабочей зоны.

## Передача информации

осуществляется по каналам телефонной мобильной связи, "blue tooth", ИК-порт

## Время обнаружения

при концентрациях на уровне порогов чувствительности **не более 120с**

При концентрациях в 10 раз и более превышающих значения порогов чувствительности **не более 30с**

## Масса прибора

в едином корпусе с переносным промышленным компьютером фирмы "GETAC" **не более 4,5 кг**

## Напряжение

Питание от сети **220В**

Питание от бортовой сети **12В**

Питание от батареи ноутбука **12В**

время работы в автономном режиме **не менее 4 час**

Проверка и ремонт осуществляются предприятием-изготовителем

Гарантийные обязательства **36 месяцев**

## Срок службы

**не менее 5 лет**



Прибор оснащен внутренними датчиками для определения работоспособности как отдельных узлов, так и источника высоковольтного питания, клапанной системы, поглотительного патрона. Прибор оснащен датчиками температуры, влажности и давления, что позволяет нормировать получаемые спектральные характеристики относительно эталонных значений. Программное обеспечение позволяет оперативно накапливать базу данных обнаруживаемых веществ, что расширяет аналитические возможности прибора, и делает его незаменимым в сложных ситуациях анализа и контроля воздуха.

## Научно-производственная фирма "СЕРВЭК"

190020, С-Петербург, ул. Бумажная, д. 17  
Тел.: (812) 786-40-44, 786-54-86, 252-76-63  
Факс: (812) 252-76-63, 786-54-86  
[www.servek.spb.ru](http://www.servek.spb.ru)  
e-mail: [info@servek.spb.ru](mailto:info@servek.spb.ru)

## Внимание заинтересованных лиц!

**Проводятся практические семинары по обучению для пользователей ИДГ-010.**

**Контактный телефон (812) 252-76-63**



# Строитель

## МОСТОВ



ФАНТАСТИКА

Алекс  
Гарридо

# Э

ка невидаль — овца! Вон у меня приятель с Белого берега — тот вообще тюлень, а парень отличный, и на гитаре зажигает, и спиртыгу хлещет не хуже нашего. И положиться на него всегда можно, а в нашем деле это, сами понимаете...

Доброе утро! И ведь плевать, вот как есть плевать, что люди подумают, а сквозь сон каждый раз заново эта песня в голове. Тьфу!

Соседа вот Господь послал: мужик правильный, и подружиться бы не грех, у таких, как мы, соседи редко бывают, а до друзей-приятелей моих отсюда топать и топать, да и нельзя мне отсюда и на миг отлучиться пока. Но сосед мой, видать, правил строгих, на жену мою косится, хоть и делает вид, что оно ему безразлично, да я уж за долгий век нагляделся.

Ставни крепко закрыты, в спальне темно, так что у нас день еще вроде не начался, а Мэри, выбравшись из-под одеяла, шлепает босыми ногами по полу, шуршит одеждой. Повязала передник, волосы собрала в пучок. А я люблю, когда у нее волосы распущены, хмелем вьются... Я тоже выбираю из-под одеяла и вынимаю заколки из ее волос, и завязку передника тяну... Не успею тебе поесть приготовить, шепчет Мэри и вздыхает. Да что ж я, без рук, что ли? Сам о себе позабочусь, иди ко мне!..

Потом, уже у самого порога, еще раз поцеловал ее. Да на весь день не нацелуешься.

Нельзя ей долго так оставаться, хоть и закрыты ставни, а снаружи-то в нашей Долгой долине белый день. Да и мне мою работу делать нужно: обойти всё, что уже есть, осмотреть хозяйским взглядом, пусть место себя хорошенько запомнит, пусть привыкнет к себе самому, крепче стоять будет.

Толкнул дверь — свет хлынул. Глаза открыл — уже семенит по зеленому лугу белая овечка, и яблоневый сад над ней бело-розовым облаком стоит. Каждый день, утром и вечером, обхожу долину, сад, у моста посижу. Всё надо рассмотреть, на каждой мелочи взгляд задержать. Потому что в нашем деле мелочей нет. Каждая травинка, каждый сучок знать свое место должны. А откуда им знать, как не от меня? Вот и напоминаю, причаю потихоньку. Целый день на ногах, и это еще начало самое, ведь растет место, растет моя земля день ото дня.

Мост отдельной заботы требует. Значит, надо и к нему завернуть, пройти туда-обратно: пусть и он к своей работе привыкает. На той стороне — сущее безобразие. Но тут уж не моя вина. Я тяну мост к другому берегу, а какой он, тот берег, и не узнаешь, пока не дотянешься. Думал, что-нибудь под стать этому берегу — холмы какие или озерный край. Куда там! Ну, не мне выбирать, не мне и капризничать. И помойке назначение есть в мире — значит, и место нужно. Тем более что сосед там порядок наводит не покладая рук.

Иногда вот к соседу забреду, но разговоров душевных у нас не получается: всё больше про погоду. Ну погода здесь одна и та же каждый день, и когда еще Дождевой Ао до нас доберется, а своих дождей здесь пока не завелось. Ао придет, когда тут всё хорошо укрепится, потому что сквозь дождь видится неясно — может и совсем размыть.

В этом номере мы публикуем рассказ победителя конкурса фантастики «Химии и жизни» 2005 года, который прошел на сайте «Самиздат» (<http://zhurnal.lib.ru>) при содействии Максима Мошкова. Алекс Гарридо, писатель-фантаст и поэт из Калининграда, в настоящее время живет в Москве. Три романа Алекса Гарридо из цикла «Акамии, или Любимая игрушка судьбы» вышли в издательстве «Крылов» в 2004 году.

Художник Н.Кращин



Так и иду себе, смотрю по сторонам. И Мэри моя кудрявая следом увязалась. Я не против: пробежится, травки свежей пощиплет. Утомится — отстанет. Тут у нас без обид, работу мою жена уважает. И я не беспокоюсь, что с ней беда случиться может. Волков у нас еще нет. И пока я здесь — не будет. Потом, может, сами заведутся или придут из других мест. А мне они здесь не нужны. Жена моя...

Есть места, где лучше язычок-то прикусить!

Кто ж виноват, что ее папаша (понесло его поперек путей Господних) ляпнул сдуру: «Овца ты, Мэри, как есть овца!» А на закате дело было. Вечерять, значит, они уехали при дороге, а Мэри то ли соль опрокинула, то ли вообще ее в котомку не уложила.

А Клятая пустошь, куда их занесло в недобрый час, — место хитрое. Сразу ничего не случилось: папаша привычно ворчал, девица привычно терпела, но только утром просыпается папаша — а под кустом овечка кудрявая травку щиплет, хвостиком повиливает, лишь дочки родной нет как нет.

Что правда, то правда — рассеянная она. Бывает, сядем за стол, а ложки-то положить забыла. И всё смотрит на меня, улыбается: что, мол, Хэмиш, не ешь? А мне и слово ей в укор сказать неохота: встану сам, хоть и на шагался за день по долине, не отвалятся ноги, а тут и она вскинется, смутится вся. Рассеянная... А я бы на вас посмотрел, если б вам каждое утро овцой оборачиваться, а каждый вечер опять человеком, — вот чем бы у вас голова занята была.

Овца, эка невидаль! У моего приятеля с Туманной косы птица на голове живет — и ничего. Очень даже мужик замечательный, вот уж кому ни мостов, ни дорог проложенных не надо, ходит, где хочет. А тут — овца всего-навсего.

Да, за нашего брата не всякая и пойдет. Сегодня муж есть, а завтра — ищи ветра. И добро б навеки сгинул — нет, вернется. Только вот когда вернется, он и сам не знает, не положено ему, а может, просто не дано. А в общем, если уж с нашим братом связалась — и думать не моги другого себе искать. Всё равно ничего не выйдет. Потому что наш брат только в таких местах и может жениться, где слово крепко, неотменимо. И если сказалась верной женой — верной женой и будешь, а хочешь того, нет ли, это уже дело десятое.

Мэри всегда знает, когда я вернусь. Вот поставлю дом, возделаю сад, мост построю — и сразу в обратный путь, чего мне мешкать! Меня жена милая ждет.

А в этот раз упростила с собой взять. Оно и не положено, но то местечко, где я ее нашел, еще покривее здешних будет. Называется Голый склон — там и из наших не всякий надолго задержится. Уж как ее туда занесло, ума не приложу, а она не говорит.

Голый склон — он голый и есть, и ничего там больше нет. Но глина там славная, видно, скоро речка народится рядом, вот и берег есть, а где один берег есть — там мне и работа: лучше нет способа второй берег найти, как мостом к нему дотянуться. Так что я туда с двойным прицелом забрел: и на разведку, и глины гончару из Ореховой балки добыть — Кукунтай-тюлень ему все уши прожужжал, какая там славная глина, а самому пока из Ореховой балки ходу нет. Не устоит пока Ореховая балка без Олесь-гончара.

И вот там, на Голом склоне, я ее встретил. Тьма крошечная, редко где звездочка дальняя пробьется сквозь тьму, и сидит красавица кудрявая, коленки сомкнув, паль-

цами в глину вцепившись, вздохнуть боится: склон-то крутой, как есть голый, глинистый, скользкий. А кроме склона, и нет ничего.

Остался в тот раз Олесь-гончар без глины, а я вот жену нашел. Подобрался к ней медленно, чтобы не дернулась с испугу, потому что без привычки в таких местах шевелиться и правда не стоит: запросто в бездну канешь. Заговорил спокойно, ласково. Я, мол, Мак-Грегор, строитель, а для такой милой девицы — просто Хэмиш, а ты кто? Она в руку мою протянутую вцепилась пальцами перемазанными, глаза безумные, кричит без голоса: ты живой, живой!.. Эка невидаль — быть живым! У меня приятель на Лежачем камне — так его еще и не со всякой стороны увидишь: он вообще плоский, нарисованный. Но как поет! Душу вытряхнет и вывернет, и уходишь от того камня, как заново родившись. А поживет он на том камне еще — и будет живое место, потому что быть живым — это заразно.

Но в таких местах, как Голый склон, пока что никто из наших не поселился — и правда жутко бывает. До чего неприятное место! От одного воспоминания передернуло. Полез в карман за табаком, а там, тьфу ты, опять камешек. Этот сумасшедший с птицей на голове так всем и норовит всучить что-нибудь чудесное. Кому, скажем, гвоздь, и ладно бы от старой мельницы, так нет, новехонькое скобяное изделие, блестит даже — какая в нем сила? Или вот меня камушком осчастливил. Так себе — галечка морская, я уж сколько раз ее из кармана выкидывала, а она всё там же. Ничего, наведается в гости — верну. А пока выкину.

Раскурил трубочку, дальше себе иду. Мэри за мной.

Вот наша Долгая долина — тоже еще не совсем... Я потому Мэри сюда брать и не хотел, пока не устроюсь. Я-то привычный, я всё вижу, как оно будет, а если смотреть, как оно есть, самому тошно станет. Но я от таких глупостей давно зарекся. Зыбковато здесь пока, и в глазах рябит порой. Как будто вон та яблоня не решила еще, яблоней ей быть или вовсе дубом вековым. Куда ж мне дуб посреди сада? Цвести-то яблоньки будут — загляденье, а плодов не принесут.

Чудит местечко, само себя еще не знает, утром выйдешь на крыльцо... Как-то раз выпустил Мэри на травку, оглядываюсь — чуть со ступенек не покатился. Вот такенная помойка сбоку выросла! То ли нас к ней течением прибило, то ли ее к нам ветром принесло. Потом уж рассмотрел: к мосту моему наконец тот берег прирос. А на том берегу — подарочек. Получите-распишитесь. Помойка! А при помойке — управляющий. Так вот соседом и обзавелись. Правильный мужик, упорный, работяга. Но близко не сошлись пока, уж больно он на ирландца смахивает, так я и не стал ему ничего про нашу с Мэри жизнь объяснять, а что косится он на жену мою, так лучше пусть косится, чем заглядывается.

Я в его работе еще до конца не разобрался. Труба торчит, турбина крутится. И паром как жажнет сверху! В первый раз я аж ложку уронил, выскочил на крыльцо, а Мэри вся трясется... Сосед что-то объяснял про клапан, потом какие-то грузовики откуда ни возьмись поперли, гудят, дорогу расчавкали. Ну не мой там участок — пусть сосед благоустройством занимается, если ему положено, а мне своих забот хватает. Кстат, договориться бы с соседом насчет обогрева, можно и теплицу поставить.

А у меня работа простая. Уж если человек строит, он строит. Хоть дом, хоть мост. Ясно, в каждом деле свое отличие. Но у нас ведь главное не руками делается. Важно, чтобы у тебя тот мост крепко стоял в душе, даже не то что верить в него надо, а просто — знать. А камни сложить не так уж и трудно. Я-то сам по этому мосту могу ходить, как только первый камень положил. Я его уже знаю. А другим придется подождать — и не только пока я соединю берега, а пока еще сам мост к себе привыкнет.

И вот иду я так, смотрю по сторонам — хорошо! Обернулся — сад мой издали видно, крыша сквозь белое едва просвечивает. За садом вот только помойка, но это если на холм подняться, а так — торчат из-за деревьев труба да какие-то железки перепутанные, а больше и не видно ничего. Но на холм подниматься я сегодня не буду, слишком близко к краю, а Мэри так и не отстала от меня, и если наверх увяжется, то увидит, как из-под травяных корней, в бездну спущенных, сочится чернота. Незачем ей на это смотреть.

Так вот стоял я, раздумывая, направо или налево от холма повернуть, а Мэри моя уже на холм взбежала и замерла там, испуганная, и хочет обратно спуститься, и страшно к бездне спиной повернуться. И тут у соседа как жухнет, да не так, как обычно, а погромче. И тут же земля моя зыбкая под ногами волной пошла, и край ее как бы завернулся, и снова дрогнуло... и оторвался край, и понесло его прочь от меня, а на том краю Мэри моя.

Как отнесло на пять шагов — свет здешний до того клочка уже не достает, и Мэри застыла над бездной, алой свечой в темноте, только пустота текущая волосы хмелевые ее колышет. Вытянулась, зажмурила глаза, кулаки к бедрам прижаты. И плывет от меня в пустоте, навеки от меня ее уносит. Сгинет, и мне до нее уже не дотянуться.

Стоял я на самом краю моей земли и смотрел, как уплывает от меня моя жена. И стукнуло: что ж ты, строитель? Мост! Вот ты на одном берегу, вот берег другой, да поторопись, потому что размывает его пустота, тают травинки в чернилах небытия. К самому подолу алому уже подступила бездна.

Но мост начинается с первого камня, и пойти по нему только я смогу, а мне уйти — и не вернемся уже. Останемся вдвоем на мосту между берегов, которых нет, и будет нам жизни на три вдоха, а сюда уже не вернуться нам. Ничего здесь не останется, стóит только мне отсюда уйти хоть на миг. Может, помойка и устоит. Только нам от того пользы никакой. Да и камня нет у меня!

Упал на колени, взрыл сухую траву. Нет, тонко все сетется между пальцами.

И вспомнил... вспомнил — как ожегся. Руку в карман: вот зараза, пусто! В другой: галечка морская с берега неведомого, спасение наше.

Я осторожно положил ее под ноги — и носком притоптал для прочности. И сказал жене: мост я тебе построю каменный, прочный, только ты глаз не открывай, и настил из досок дубовых сделаю, и перила — каменные перила будут, не бойся, руку положи... да, вот так.

И она мне поверила, наклонилась вперед и коснулась рукой... ох, какая разница, чего она коснулась, хоть ничего там не было еще! А Мэри похлопала ладонью, оперлась и сама, моих уговоров не дожидаясь, подвинула левую ногу вперед. Так и вижу голубой башмачок с острым носком, как он скользнул над истаивающей травой и сту-



## ФАНТАСТИКА

пил на... Знать-то я знаю одно, а глаза видят, что видят. И видели мои глаза, как маленькая ножка Мэри замерла в пустоте, а сердцем я твердил: мост каменный, настил деревянный, дубовый настил, перила!

Из зажмуренных глаз Мэри катились слезы, как, бывает, катится пот со лба, — и точно так же, как помеху работе, смахнула она слезы со щек и качнулась вперед, перенося тяжесть тела с правой ноги на левую. А под правой уже растворялся последний клочок травы, а под левой — чистой тьмой покоилась пустота. Но сердце мое билось ровно. Иначе нельзя. Я знал этот мост, я его держал. Вот только не бывало такого, чтобы по недостроенному мосту кто-то, кроме меня, мог пройти. Но об этом я сумел забыть. Я обо всем сумел забыть, одно было передо мной: первый на свете мост — и никаких еще нет правил, а вот как мы сейчас сделаем, так и будет.

И она шла, ровно ступая, и платье ее алое, нарядное, качалось над пустотой.

Но на середине моста, которого еще не было (мост каменный, настил деревянный, перила), как будто опомнилась Мэри. Шагу ступить не может — вот-вот откроет глаза.

Беги! — заорал я, беги, не стой, беги!.. И она подхватила юбку и рванулась вперед, только мелькали зеленые чулки, только вился над коленями алый подол. Одной рукой прижала к животу скомканную юбку, другую руку откинула нелепо, хмелевые кудри ветром к лицу прижало, и ровно вот столько ей еще пробежать оставалось, а она протянула руки ко мне и выпустила подол. И он ей под ноги! И она глаза открыла! Падает с открытыми глазами мне навстречу, а под ней как есть пустота, а мне еще рук не дотянуть (мост каменный, настил дубовый), и я по тому настилу к ней, к ней! — и на руки подхватил, сам не знаю, как успел, не должен был успеть. Но схватил ее, держу, а сам пячусь и обернуться боюсь. Есть ли еще куда пятиться или остались мы с Мэри на огрызочке моста, в один шаг длиной, между двумя берегами, которых уже и нет? А Мэри висит головой на плече моем и сладким таким голосом приговаривает: яблони наши, дом, хорошо-то как!..

А когда я уже почувствовал под ногами не гулкие доски, а мягкую траву, обмякла моя Мэри и голову уронила. Я ее на траву там же и уложил, смотрю, и правда: яблони бело-розовым облаком, черепица сквозь него едва просвечивает, а вокруг трава зеленая, и хорошо-то как. Сел на траву рядом с Мэри и ничего не помню. И сразу вдруг: морда овечья мне в лицо тычется.

Обнял я жену за кудлатую шею, и пошли мы домой.

А что сосед на нас косится, так это мы переживем.





**КОРОТК**

## Руки пращуров

Жан-Мишель Шазин, этноархеолог Национального центра научных исследований (Франция), в сотрудничестве с программистом Арно Нури создал абсолютно новую компьютерную программу. С ее помощью он выяснил, кому — мужчине или женщине — принадлежат отпечатки рук, нарисованные по принципу трафарета (то есть прикладывали накрашенные ладони к поверхности пещеры) на стене древнего грота Гуа Масри II, на востоке Борнео (Индонезия).

Все началось в декабре 2004 года, когда Кевин Шарп и Лесли Ван Гелдер, специалисты по отпечаткам пальцев, заявили, что по отпечаткам рук можно с уверенностью определить пол их обладателя благодаря индексу Манинга, который показывает соотношение между длиной указательного и безымянного пальцев. С первых месяцев жизни эмбриона на развитие этих пальцев непосредственно влияют различные гормоны: эстрогены — на рост указательного, а тестостерон — безымянного. У европейца средний коэффициент — 0,96, а у европейки он близок к единице. Это расхождение между мужчинами и женщинами постоянно подтверждается.

У Шазины возникла идея применить этот показатель для расшифровки пола отпечатков рук первобытных людей. Стена пещеры, которую годами изучал археолог, наконец заговорила. Оказалось, что отпечатки ладоней расположены не случайно. Более того, стало очевидно, что мужские и женские отпечатки в разных местах размещаются по-разному. Что же это означает? «Стены пещер служили совершенно определенным целям, — объясняет Шазин. — Например, в пещере Масри нет ничего, кроме отпечатков рук. И она никогда не была обитаемой. Другими словами, люди приходили сюда специально, чтобы приложить руку, и делали это, следуя строгим правилам. Мужчины и женщины никогда не смешивали свои отпечатки» (по сообщению журнала Национального центра научных исследований, № 192, январь 2006 года).

Вероятно, эти отпечатки имели символическое значение в лечебных, религиозных или магических ритуалах. А может, они свидетельствовали об обрядах посвящения?

Ученые надеются доработать программу, чтобы скоординировать хронологию и локализацию с количеством приложенных рук, их сходством и различием, найти связи между темой ритуала и цветом. И с помощью различий в размещении их по половому признаку определить культурные эры в истории первобытного общества.

**О.Рындина**

**Пишут, что...**



...с помощью космического телескопа Хаббла получено изображение Урана, на котором видны две маленькие луны и два тонких кольца, неизвестных ранее («Science», 2006, т.311, № 5763, с.973)...

...американской гипотезе о происхождении Луны из выброса расплавленного вещества недр Земли после ее столкновения с крупным небесным телом противостоит гипотеза российских ученых, согласно которой Земля и Луна сформировались из одного пылевого диска («Земля и Вселенная», 2005, № 6, с. 3)...

...причиной эпох оледенения в истории Земли могла быть жизнедеятельность микроорганизмов, изменяющая состав атмосферы («Вестник РАН», 2005, т.75, № 12, с.1107)...

...разработаны и испытаны три системы связи для подводных работ, использующие электромагнитное поле («Вестник ДВО РАН», 2005, № 6, с.174)...

...длину морских волн можно измерять методом радиолокации («Известия вузов. Электромеханика», спецвыпуск, 2005, с.10)...

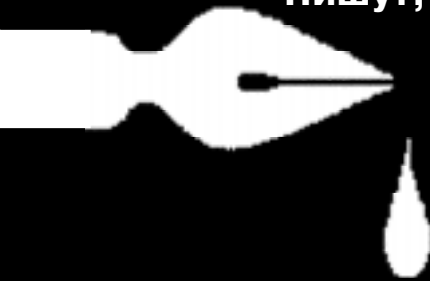
...концентрация субмикронного сульфатного аэрозоля в атмосфере Москвы растет вместе с абсолютной влажностью, возможно, из-за участия воды в окислении SO<sub>2</sub> до сульфата («Известия РАН. Физика атмосферы и океана», 2005, т.41, № 6, с.836—843)...

...когерентность красного лазерного света не повышает лечебного действия облучения: некогерентное излучение светодиода точно так же способствует заживлению ран у крыс («Биофизика», 2005, т.50, вып.6, с.1137)...

...кошки и собаки могут быть носителями штамма H5N1 вируса птичьего гриппа и, вероятно, способны его распространять, поскольку вирус найден в фекалиях и каплях слюны кошек («Nature», 2006, т.439, № 7078, с.773)...

...разработана схема профилактики и лечения служебных собак, получив-





ших дозу радиации («Ветеринария», 2005, № 12, с.52)...

...выбор брачного партнера, в частности хеморецепция, тесно связан с работой иммунной системы, а именно с пептидными лигандами белков главного комплекса гистосовместимости («Успехи современной биологии», 2006, т.126, № 1, с.16)...

...медицинские пиявки, содержащиеся в неволе, замечены в каннибализме («Известия РАН. Серия биологическая», 2005, № 6, с.751)...

...в популяциях дрозофил летом повышается асимметрия особей («Журнал общей биологии», 2005, т.66, № 6, с.471)...

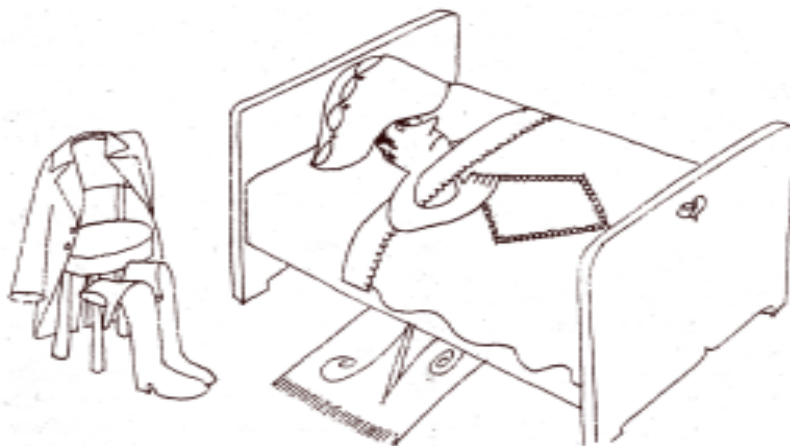
...затраты сосны на дыхание ее ветвей можно оценить по их радиальному росту («Ботанический журнал», 2005, т.90, № 12, с.1867)...

...суперконтинентальность России (удаленность от портов и других транспортных узлов, малонаселенность внутренних областей континента) может быть скомпенсирована продуманной территориальной политикой («Известия РАН. Серия географическая», 2006, № 1, с.68)...

...даже с учетом новых опубликованных документов, связанных с историей VII Международного генетического конгресса, который должен был состояться в Москве в 1937 году, некоторые детали этой истории не ясны до сих пор («Вопросы истории естествознания и техники», 2005, № 4, с.3–63)...

...«Лаборатория Касперского» получила премию «Проект года» в области информационной безопасности за построение системы антивирусной защиты Министерства регионального развития РФ («Network World — Сети», 2006, № 2 (197), с.7)...

...в зоопарке Калькутты скончалась черепаха в возрасте 255 лет — по существующим данным, старейшее животное на Земле ([www.rian.ru](http://www.rian.ru), 24.03.2006)...



## КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

### О вреде будильника

Исследователей, занимающихся проблемами сна, давно интересовало, почему сразу после пробуждения большинство из нас так неповоротливы и вялы, плохо соображают и ориентируются в пространстве. Сотрудники Университета Колорадо в Боулдере провели эксперимент и сумели достаточно точно измерить, насколько беспомощен мозг человека, которого разбудили рано утром и заставили сразу же принимать какие-то решения.

Девять добровольцев в течение четырех недель наслаждались полноценным восьмичасовым ночным сном. Последнюю ночь они провели в лаборатории. После заключительной прекрасной ночи их неожиданно подняли и, не дав выпить даже чашки кофе, предложили решить несколько несложных арифметических задач. Тест повторили спустя 20 минут, затем то же проделывали с регулярными интервалами в течение 26 часов, не позволяя испытуемым заснуть ни на минуту (по сообщению агентства «News Nature» от 10 января 2006 года).

Выяснилось, что наихудшие результаты были показаны в первые минуты после подъема — примерно 65% от лучших достижений. Потом эти данные улучшались, составляя уже 85%. По словам авторов эксперимента, подобная потеря эффективности работы мозга соответствует 0,08% алкоголя в крови (примерно четырем бутылкам пива).

Исследователи уверены, что эти показатели необходимо учитывать, когда речь идет о людях, в силу своей профессии вынужденных порой внезапно пробуждаться и немедленно принимать решения или напряженно трудиться. Это и врачи, и пилоты, которых поднимают по тревоге. Нужно оставлять им несколько минут в запасе на пробуждение.

Нельзя сбрасывать со счетов и тот факт, что в эксперименте участвовали люди, предварительно хорошо отдохнувшие. Если же человеку и до резкого подъема не удавалось выспаться, любая его деятельность представляет еще большую угрозу — как для него самого, так и для окружающих. То же касается и пробуждения после дневного сна.

Дабы избавиться от негативных последствий сонной инерции, первые минуты бодрствования лучше провести в постели. При этом следует учитывать, что у каждого из нас свой период восстановления. Почему? На этот вопрос ответ пока не найден.

Есть предположение, что сонная инерция — результат происходящих в мозге процессов, направленных на поддержание нормального ночного сна.

Е.Сутоцкая



Александр ГУЛИЕВУ, Пермь: Сплав Липовица — то же, что любимый юными химиками сплав Вуда: свинец (25%), висмут, олово (по 12,5%) и кадмий, температура плавления всего 68°С.

А.П.КРИВОГЛАЗ, Москва: Лессирование — способность пигментов в составе лакокрасочного материала давать полупрозрачные покрытия.

Н.Р.ВЕШНЯКОВУ, Санкт-Петербург: Взрослая поденка живет не ровно один день, а от двух до пяти, но еще более замечательно, что это одно из немногих, если не единственное насекомое, у которого линяет крылатая форма: из личинки выходит субимаго, которая затем превращается в половозрелую форму, имаго.

С.М.РЫСОВСКОМУ, Красноярск: Зловредный сорняк амарантус по-русски называется щирица, а другой сорняк, амброзия — и по-русски амброзия; за что им дали такие красивые имена — сами удивляемся.

А.И.БАРАНОВУ, Уфа: Легенда о том, что кошки породы мейнкун произошли от скрещивания котов с енотами, — всего лишь легенда: между столь далекими биологическими видами близкие отношения абсолютно невозможны.

С.К.ЯЩЕНКО, Москва: Тавтограмма — это стихотворение, все слова в котором начинаются с одной и той же буквы; примеры таких шуточных стихотворений можно найти в «Кибериаде» Станислава Лема.

Ивану ЧИКИНУ, письмо из Интернета: Спасибо за историческую справку по поводу письма запорожцев турецкому султану; действительно, в записи Дмитрия Яворницкого это письмо куда менее непристойно, чем в приведенной вами «Истории Зверницкого» (т. 7, с. 50); но процитировать тот вариант дальше первых двух слов «Ты Султан...» мы в любом случае не могли: все же нас читают дети и педагоги.

ВСЕМ ЧИТАТЕЛЯМ: При желании вы можете поставить оценку статьям, опубликованным в «Химии и жизни» в 2006 году, и прокомментировать их на нашем сайте (<http://www.hij.ru/opros.shtml>); ваше мнение очень важно для нас.



**З**наете, когда в 2006 году в Европу пришла весна? В начале февраля. Именно тогда первый белый аист, летящий из Африки, пересек Гибралтар и был замечен на юге Испании. И тогда же стартовал очередной общеевропейский проект по мониторингу прилета птиц «Весна идет!». Его цель — уточнить сроки и пути миграции птиц, для чего выбраны четыре хорошо известных вида: деревенская ласточка, черный стриж, кукушка и белый аист. Отложите журнал и по-



Художник П. Перевезенцев

# Мониторинг небожителей

глядите в окно. Увидели первую ласточку? Услышали первую кукушку? Сообщите орнитологам! Или занесите свое наблюдение на веб-страничку проекта [www.springalive.net](http://www.springalive.net), и там же на карте вы увидите продвижение пернатых по весенней Европе.

Европейские популяции выбранных птиц зимуют в Африке. Белье аисты, в отличие от трех других видов, —

мигранты узкофронтальные. Они летят в довольно узком воздушном коридоре. Почему? Как и другие парящие птицы, для экономии сил аисты предпочитают прокатиться на теплых восходящих воздушных потоках, а они и на суше есть не везде, над морем же их найти еще труднее. Поэтому моря аисты огибают. Они прилетают к нам раньше всех, а в середине весны,

Присоединяйтесь к проекту! Подробности на сайте «Весна идет!». Сообщайте о своих наблюдениях в Союз охраны птиц России: 111123, Москва, шоссе Энтузиастов, д. 60, кв. 1. Тел.: (495) 672-22-63, [education@rbcu.ru](mailto:education@rbcu.ru), Николаевой Наталье.

## КСТАТИ, О ПТИЧКАХ

на Юрьев день (6 мая), перелетев Сахару и Средиземное море, прибывают кукушки и деревенские ласточки. И наконец, позже всех, почти в начале лета, на сцену выходит наш главный герой — стриж. Точнее, стремительно влетает, потому что стрижи идеально сложены для полета. Питаются они насекомыми, которых ловят на лету. Могут спать в небе, летая кругами (хотя обычно ночуют в гнездах). Даже материал для гнезда собирают в воздухе: пух, шерсть, перышки, травинки, поднятые ветром. На землю они не садятся, потому что не могут взлететь, как самолет без шасси: ножки коротенькие, а крылья длинные. Ходить им тоже неудобно: крылья волочатся, как парашют после приземления. (На латыни их так и называют *Arus*, то есть безногие.) Взлетают стрижи с возвышения, бросаясь вниз. Поэтому и гнездятся на скалах, обрывах, в дуплах, в скворечниках, обожают городские дома. В сущности, вся их жизнь жестко лимитирована невозможностью присесть где попало и зависимостью от капризных летающих насекомых, которым нужно тепло. Добыча эта мелкая, птицы слюной склеивают ее в комок и приносят детям. В дождь и холод насекомые не летают, и родители отсиживаются в гнездах или, бросив птенцов, могут улететь на юг за сотни и даже тысячи километров, а через несколько дней вернуться! А как же птенцы? Они на это время впадают в состояние оцепенения и способны пролежать в гнезде до двух недель совершенно окоченевшими, но с возвращением родителей «оживают». Поэтому и сроки выкармливания птенцов бывают такими разными: от 5 до 8 недель, в зависимости от погоды. Улетать на юг стрижам тоже приходится раньше всех — в июле-начале августа, причем летят стрижи очень быстро и не останавливаются на отдых. Подсчитали, что за 21 год жизни стриж может налетать до миллиона километров. Вот какой выносливый!

**О. Волошина**

# Международная Химическая Ассамблея



**ICA - 2006**

**7 - 10 ноября**

[www.ica-expo.ru](http://www.ica-expo.ru)

Организатор -  
ЗАО "ЭКСПОЦЕНТР"  
при содействии  
ЗАО "РОСХИМНЕФТЬ"  
и поддержке  
РОССИЙСКОГО  
СОЮЗА ХИМИКОВ

Россия, Москва,  
Выставочный  
комплекс  
ЗАО "Экспоцентр"  
на Красной Пресне

На стендах -  
продукция более  
**300** известных  
российских и зарубежных  
фирм из 16 стран.  
Конференции и семинары

123100, Москва,  
Краснопресненская наб., 14  
Тел. [495] 255-37-39,  
255-25-28  
Факс [495] 205-60-55  
E-mail: [chemica@expocentr.ru](mailto:chemica@expocentr.ru),  
Интернет: [www.expocentr.ru](http://www.expocentr.ru),  
[www.ica-expo.ru](http://www.ica-expo.ru)

По вопросам участия  
и посещения просим  
обращаться:  
ЗАО "Экспоцентр",  
Дирекция № 1  
"Выставки машино-  
технической тематики",  
ICA-2006

