



₹

1  
2009

С  
Н  
З  
И  
Ж  
И  
В  
И  
М  
И  
Х



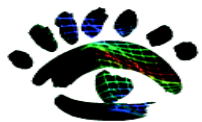




**Химия и жизнь**  
Ежемесячный  
научно-популярный  
журнал

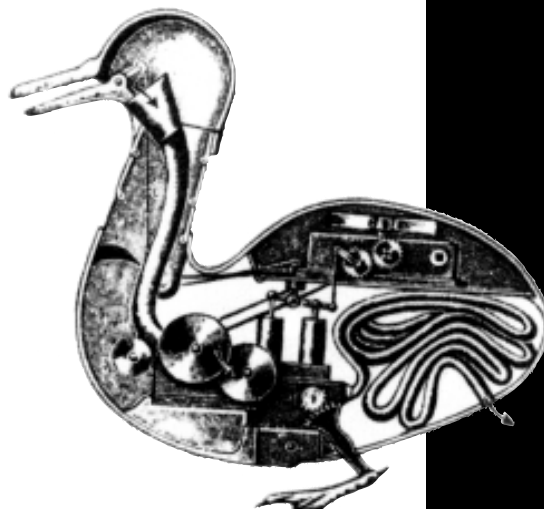
1  
2009

*Будь благодарен судьбе,  
если она отвернулась,  
ничего не сказав.  
Геннадий Малкин*



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —  
«Раздумья художников» Макса Эрнста.  
Даже гениальные творения обычно  
нуждаются в доработке напильником.  
Видимо, не окажется исключением  
и управляемый термоядерный синтез.*





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.Клешенко  
**Ответственный секретарь**  
М.Б.Литвинов  
**Главный художник**  
А.В.Астрин

**Редакторы и обозреватели**

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

**Технические рисунки**

Р.Г.Бикмухаметова

Подписано в печать 25.12.2008

**Адрес редакции:**

125047 Москва, Миусская пл., 9, стр. 1

**Телефон для справок:**

8 (499) 978-87-63

**e-mail:** redaktor@hij.ru

Ищите нас в Интернете по адресам:

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

<http://www.informnauka.ru>

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

© АНО Центр «НаукаПресс»



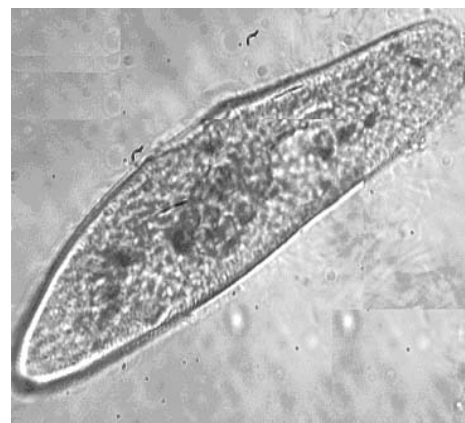
## 6

Знаменитый петербургский  
хирург Ф.Г.Углов в столетнем  
возрасте еще делал операции.  
В чем его секрет?

Малоизвестное,  
но очень полезное  
подопытное животное.

Химия и жизнь

## 28



### ИНФОРМНАУКА

НЕФТЬ СДЕЛАЛИ В АВТОКЛАВЕ .....	4
ЯДЕРНО-МАГНИТНЫЕ ЛЕКАРСТВА .....	4
МОЛОДАЯ КРОВЬ .....	5

### ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

<b>Л.Стрельникова</b> О ПОЛЬЗЕ ДЫРОК В ЧЕРЕПЕ .....	6
<b>Б.М.Владимирский</b> СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И ЖИЗНЬ .....	10

### ГЛУБОКИЙ ЭКОНОМЫ

<b>В.А.Лучников</b> ЭКОНОМИКА УПРАВЛЯЕМОГО ТЕРМОЯДА .....	14
--	----

### ХИМИКИ — НОБЕЛЕВСКИЕ ЛАУРЕАТЫ

<b>И.А.Леенсон</b> ВАНТ-ГОФФ: ПЕРВЫЙ «НОБЕЛЕВСКИЙ» ХИМИК .....	20
---	----

### ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

<b>С.А.Петров</b> СОЗИДАЮЩИЙ КАТАБОЛИЗМ .....	26
--	----

### ЗДОРОВЬЕ

<b>Е.Г.Черемных, Е.И.Симбирева</b> ИНФУЗОРИИ ПРОБУЮТ ПИЩУ .....	28
--	----

### ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ

<b>Д.М.Жилин</b> ХИМИЯ В НЕОГЕОГРАФИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ .....	34
---	----

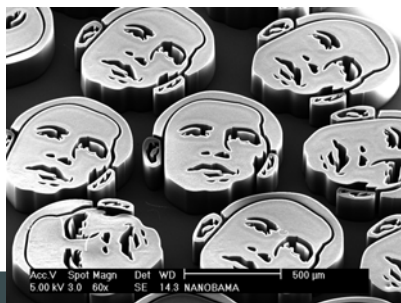
### РАДОСТИ ЖИЗНИ

<b>С.Анофелес</b> НАНОБАМА, ИЛИ ТРУБОЧНОЕ НАНОИСКУССТВО .....	40
--	----

### КНИГИ

<b>Ричард Докинз</b> КОРНИ РЕЛИГИИ .....	44
---	----

40



Любовь американских ученых к новому президенту достигла наномира.

44



Ричард Докинз продолжает борьбу с «паразитическим мемом религии».

54



Прославленный зоолог, автор замечательной книги сказок, друг Бутлерова... А многие считали его сумасшедшим.

**ИНФОРМНАУКА**

БИЕНИЕ ЗАМЕРЗШЕГО СЕРДЦА .....	50
НАНОТРУБКИ ИЗ ЛИСТВЕННИЦЫ .....	50
КРОВЬ, ВИНО И ПОТ .....	51
МАЛАЯ РЯСКА КОНСЕРВИРУЕТ КРОВЬ .....	51

**ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ**

<b>Р.М.Харасов</b>	
ЧЕСНОК И МАЦЕСТА .....	52

**СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ**

<b>А.Горяшко</b>	
ЗАГАДКИ КОТА-МУРЛЫКИ .....	54

**ЭКСПЕРИМЕНТ**

<b>Н.В.Паравян</b>	
ЭФФЕКТ БУРИДАНОВА ОСЛА .....	60

**СКАЗКА**

<b>Владислав Кривомазов</b>	
ЗАКОНЯ .....	62

**НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ**

<b>Л.Викторова</b>	
ЧЕСНОК .....	68

**МАТЕРИАЛЫ НАШЕГО МИРА**

<b>Е.Котина</b>	
ПОЛИЭТИЛЕН .....	72

ПОЛЕЗНЫЕ ССЫЛКИ	39		
ИНФОРМАЦИЯ	32,43	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	70
В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	18	ПИШУТ, ЧТО...	70
КНИГИ	33	ПЕРЕПИСКА	72

**В номере**

4, 50

**ИНФОРМНАУКА**

О нанощаталках из лиственницы, о том, как сварить нефть в лаборатории и как правильно отогревать замороженных.

10

**ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ**

Выбросы вещества солнечной короны в межпланетное пространство непосредственно влияют на нашу жизнь. Ударная волна достигает земной магнитосферы и вызывает магнитную бурю. Спустя сутки одновременно во многих точках земного шара частота опасных заболеваний сердца и сосудов возрастает примерно вдвое.

14

**ГЛУБОКИЙ ЭКОНОМ**

Желтую прессу очень волнует вопрос: не приведет ли запуск ИТЕР к концу света? «Химию и жизнь» больше интересует, окупится ли управляемый термоядерный синтез, то есть не превысит ли стоимость необходимого сырья и энергии возможный выигрыш. Наши расчеты показывают, что игра стоит свеч.

20

**ХИМИКИ — НОБЕЛЕВСКИЕ ЛАУРЕАТЫ**

«Натурфилософия снова выпущена псевдоестествоиспытателями из чулана, предназначенного для хранения отбросов человеческого ума. Нарядив эту кокетку в модные одежды, они хотят провести ее в порядочное общество...» — так «приветствовал» Адольф Кольбе брошюру молодого Вант-Гоффа об асимметричном атоме углерода.

60

**ЭКСПЕРИМЕНТ**

Имя средневекового логика Жана Буридана оказалось навеки связано с ослом, хотя на самом деле он рассуждал о свободе воле. В реальном, а не мысленном эксперименте осел между двумя равноудаленными охапками сена не умрет от голода. Однако на некоторое время задумается...



## РЕСУРСЫ

### Нефть сделали в автоклаве

*Нефть, асфальт и метан, полагают специалисты, могли появиться в результате взаимодействия битуминозных и углистых пород с горячими водными растворами солей при высоких температуре и давлении. Сотрудники Института экспериментальной минералогии РАН (Черноголовка, Московская область) воспроизвели процесс синтеза нефти в автоклаве (balvlad@iem.ac.ru).*

На дно автоклава исследователи помещали обломки горючих сланцев, богхеда, сапропеля, лигнита, газового угля, торфа или битуминозной глины из разных регионов России и бывших республик СССР. Кусочки были совсем маленькими – 5–8 мм весом 10–12 г. К ним добавляли разные жидкости: чистую воду, нейтральные хлоридно-натриевые, слабощелочные бикарбонатно-натриевые и бикарбонатно-хлоридно-натриевые растворы при температурах от 315 до 550°C и давлениях от 70 до 150 МПа.

Одновременно в автоклаве выращивали кристаллы кварца. Растущий кварц «захватывает» минеральные компоненты среды, фиксируя таким образом промежуточные продукты реакции. Несколько кварцевых стержней положили на дно, один подвесили на рамке в верхней, менее горячей зоне. В нем предварительно протравили полости для формирования флюидных включений.

Опыты показали, что водные растворы интенсивно взаимодействуют со всеми перечисленными породами, особенно при высоких температурах и давлениях. Активнее всего со сланцами, пассивно – с битуминозными глинами. В автоклаве образуется маслянистая светло-желтая жидкость – нефть, обогащенная легкой бензинкеросиновой фракцией. Обломки пород после опытов разрушились и превратились в глиноподобный материал с крошечными асфальтовыми включениями размером от сотых долей до

нескольких миллиметров.

Кварцевые стержни на дне тоже частично разрушились. Они покрылись нефтью, верхний стержень оброс тонким слоем кварца с многочисленными включениями: мельчайшими капельками нефти, точнее, ее бензинкеросиновой фракции, пузырьками метана и черными сферическими выделениями тяжелой нефтяной фракции. Все компоненты флюидных включений были стабильными.

Так исследователи убедились, что при взаимодействии битуминозных и углистых пород с гидротермальными растворами образуются жидкие (нефть), полутвердые (асфальт), твердые (асфальтен) и газообразные (в основном метан) углеводороды. Очевидно, подобные процессы вполне могут происходить не только в лабораторном автоклаве, но и в земных недрах.

## БИОХИМИЯ

### Ядерно-магнитные лекарства

*Синтез АТФ возможен только в присутствии ионов магния. Специалисты Института проблем химической физики РАН и Института химической физики им. Н.Н.Семенова РАН обнаружили, что если природный магний заменить его изотопом  $^{25}\text{Mg}$ , то производство АТФ возрастает в два-три раза. Открытие послужило основой создания новых лекарств против гипоксии и сердечной недостаточности (spinchem@chph.ras.ru, head@kinetics.chem.msu.ru).*

Все живые организмы производят молекулярные энергоносители, главный из них – АТФ (аденозинтрифосфат). Мышечное сокращение, переваривание и усвоение пищи, химическое превращение веществ в организме, синтез нуклеиновых кислот и белков, проводимость нервных импульсов, мышление и эмоции, деление и рост клеток, функционирование иммунной системы, зрение, свертывание крови и заживление ран, а также множество других процессов – для всего

этого необходима АТФ. Для его синтеза нужны ферменты; их несколько, но все они работают только в присутствии ионов магния.

Природный магний – это смесь трех изотопов (79%  $^{24}\text{Mg}$ , 10%  $^{25}\text{Mg}$  и 11%  $^{26}\text{Mg}$ ). Российские ученые установили, что синтез АТФ с чистыми изотопными формами  $^{24}\text{Mg}$  и  $^{26}\text{Mg}$  идет с той же скоростью, что и в присутствии природного магния, однако активность ферментов с  $^{25}\text{Mg}$  возросла почти вдвое. Это очень сильный эффект.

Авторы провели немало экспериментов со всеми ферментами, синтезирующими АТФ. Эффект подтвердился во всех случаях. Из стабильных изотопов магния только  $^{25}\text{Mg}$  представляет собой магнитное ядро, поэтому ученые полагают, что на скорость реакции синтеза АТФ влияет магнитный момент ядер. Это косвенно подтверждает тот факт, что скорость синтеза АТФ в присутствии  $^{25}\text{Mg}$  зависит от силы магнитного поля.

Этот эффект открывает неожиданные перспективы в создании ядерно-магнитных лекарств. Гипоксия и сердечная недостаточность, возникающие при заболеваниях или просто при больших физических нагрузках, – следствие недостатка АТФ. Преодолеть его можно, лишь увеличив скорость синтеза аденозинтрифосфата. Тут на выручку придет стабильный изотоп магния  $^{25}\text{Mg}$  в виде безвредной соли – хлорида магния. Нужно только создать носитель, способный удерживать значительное количество ионов  $^{25}\text{Mg}^{+2}$ , транспортировать их по кровеносной системе в заданный орган и заставить его отдать ионы магния страдающим от гипоксии тканям.

Российские ученые совместно с иранскими биологами и медиками уже создали такие носители и разработали средства доставки в сердечную мышцу. Как показали опыты, поставленные на крысах, ионы  $^{25}\text{Mg}^{+2}$ , попавшие в сердце, производят в 3–4 раза больше АТФ, чем ионы  $^{24}\text{Mg}^{+2}$  в тех же условиях. Это первые шаги на пути к лекарствам нового поколения – ядерно-магнитным.



## Молодая кровь

*Одиннадцатая Школа-студия научной журналистики, организованная агентством «ИнформНаука», журналом «Химия и жизнь» и компанией «Парк-медиа» при поддержке агентства «Роснаука» завершила работу, собрав неслыханный урожай. Молодые и азартные новообращенные вольются в сообщество научных журналистов, от чего выиграет и наука, и журналистика.*

17 декабря 60 студийцев, студентов, аспирантов и молодых ученых самых разных специальностей получили свидетельства об успешном завершении учебы в Школе-студии научной журналистики. Десять занятий по три часа раз в неделю вечером, после работы, домашние задания, обсуждения, открытые интервью с известными научными журналистами и учеными – вот какой опыт приобрели студийцы.

Организаторов поразили студийцы последнего набора: они добросовестно ходили на все занятия, записывали лекции, задавали вопросы, активно участвовали в обсуждениях. Одним словом, все упорно работали, хотя, как они признавались сами, это было трудно. Выяснилось, что писать просто, понятно, интересно – тяжелая задача. Приученные к сухому канцелярскому стилю научных статей, студийцы с трудом избавлялись от дефектов, присущих мертвому языку, учились переводить с научного на русский. Каждый ощущал настоящее раз-

Фотограф А. Константинов

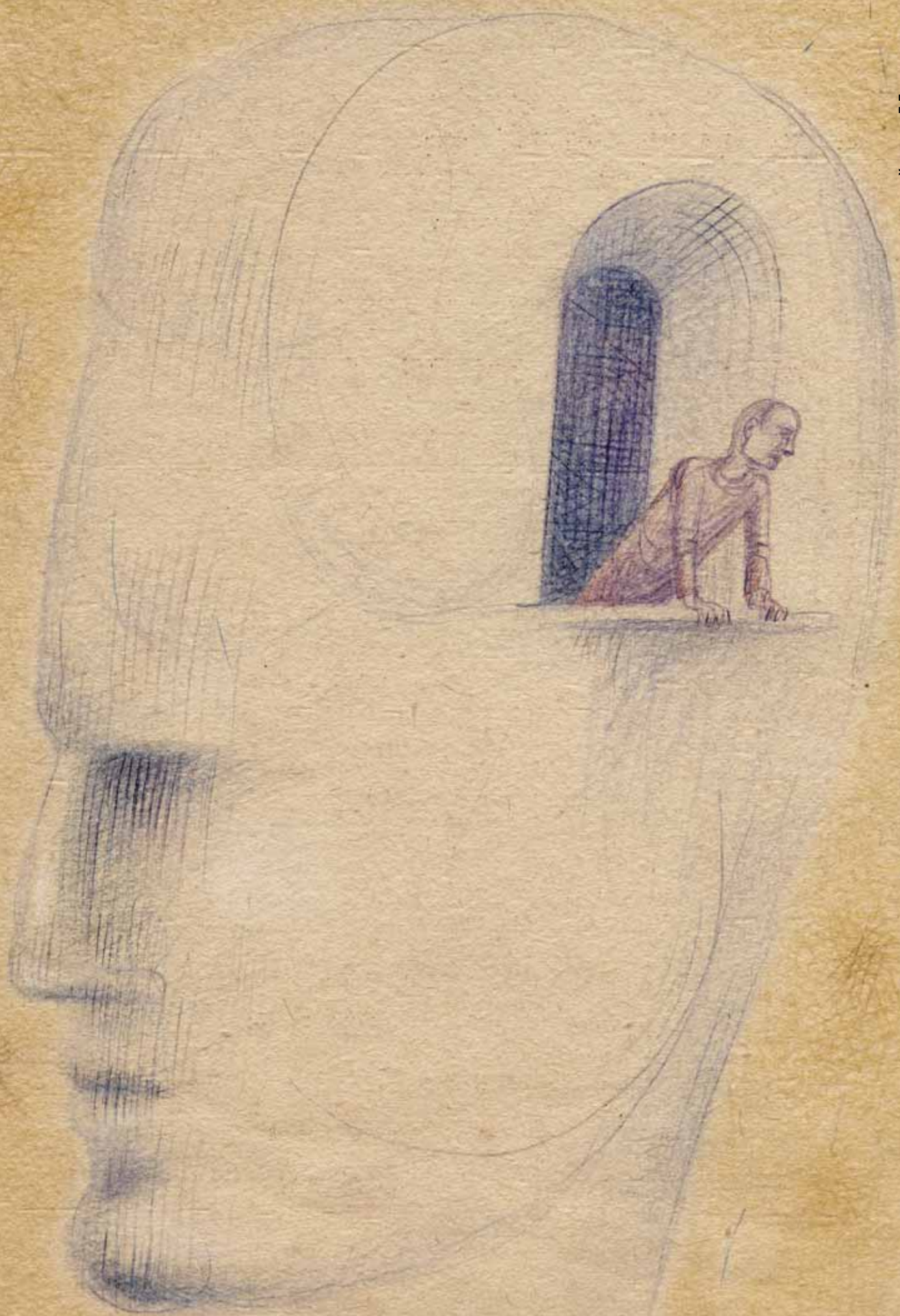


двоение личности: на работе приходилось возвращаться к принятому в науке языку, насыщенному пассивными оборотами, бедной лексикой и безликостью. А вечером, садясь за компьютер, чтобы сделать домашнее задание, надо было легко, понятно и весело изложить тот же самый научный предмет, но уже для читателя массового издания.

Конечно, невозможно обучить журналистскому ремеслу за десять занятий. Но это отличный старт. За ним должна последовать работа с опытным редактором, в процессе которой все полученные знания будут успешно закреплены.

Из тех, кто закончил Школу-студию 2008 года, 39 человек изъявили желание в той или иной форме сотрудничать со средствами массовой информации. Все они получают возможность поработать корреспондентами агентства «ИнформНаука» и издания «Науки и технологии РФ» ([www.strf.ru](http://www.strf.ru)). А весной 2009 года организаторы планируют впервые провести обучение научной журналистике на дистанционных курсах, чтобы молодые ученые из других регионов тоже смогли попробовать свои силы и, возможно, изменить свою судьбу.







# О пользе дырок в черепе



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Археологи и по сей день находят в Мексике черепа людей двухтысячелетней давности с аккуратно просверленными отверстиями, причем просверленными при жизни человека. Что это – ритуал, мода? Долгое время так и считали. И лишь недавно выяснилось, что это результат лечебной процедуры, которая по сей день разрешена в двух странах – Мексике и Индии. Оказывается, небольшая дырочка в черепе каким-то образом усиливает обменные процессы в мозгу, он начинает лучше работать. Почему это происходит? Об этом рассказал главному редактору нашего журнала **Л.Н.Стрельниковой** профессор, доктор биологических наук **Ю.Е.Москаленко**, заведующий лабораторией сравнительной физиологии кровообращения Института эволюционной физиологии и биохимии им. И.М.Сеченова РАН. Юрий Евгеньевич более 15 лет занимается исследованием этой проблемы. Он создал уникальную методику, которая позволяет не только получать экспериментальный материал для построения научной теории, но ставить диагноз пациентам и контролировать успешность их лечения. Об этом, в частности, он рассказывал в сентябре на Всемирном конгрессе по психофизиологии «Olimpics of the Brain» в Санкт-Петербурге.

### Когда мозг работает хорошо?

От чего зависит продуктивность работы мозга? Разумеется, от его питания, легко ответит читатель. Это – правда, но не вся. Давайте разберемся. Действительно, без кислорода, глюкозы и других питательных веществ клетки мозга работать не могут. Вот почему во время усиленного умственного труда или головной боли нам хочется съесть чего-нибудь сладенького, скажем, конфетку. И это действительно помогает, поскольку в мозгу нет запасов «продовольствия», как, например, в мышцах. Поэтому в мозг прямым ходом доставляется значительная часть глюкозы, поступающей в организм с пищей. И доставляет ее туда вместе с кислородом и другими питательными веществами – кровь. Но есть обратный и столь же необходимый процесс: продукты метаболизма должны быть удалены из клеток. Чем лучше согласованы оба эти процесса, тем эффективнее работает мозг.

Получается, что чем больше кровоток, тем лучше работает голова. В клиниках до сих пор бытует такое мнение. Однако на самом деле все куда сложнее, потому что кровь доставляет питательные вещества только к внутренней поверхности капилляров. Как же они проникают к клеткам мозга и как продукты метаболизма попадают в кровь?

Эту важнейшую функцию выполняет спинномозговая жидкость, или ликвор, в которой «плавает» наш мозг. Каждые сутки в боковых желудочках мозга образуется полтора литра ликвора, который по специальным протокам поступает на его поверхность, омывая головной и спинной мозг. Многие и по сей день полагают, что этой защитой функции ликвора ограничиваются. Хотя сегодня известно, какую важную роль играет та часть ликвора, которая курсирует по межклеточным пространствам мозга. Именно он забирает питательные вещества из капилляров и передает их клеткам, то есть работает посредником между кровью и клетками мозга.

Кроме того, ликвор удаляет из клеток ненужные продукты обмена и выносит их на поверхность мозга. Крупные молекулы продуктов жизнедеятельности клеток не могут проникнуть

через стенки капилляров и попасть обратно в кровь, но вместе с ликвором они легко поступают прямо в крупные вены на поверхности мозга через специальные анатомические образования, так называемые Пахионовы грануляции, открытые еще 200 лет назад. Правда, лишь недавно физиологи поняли, зачем эти грануляции нужны. Они представляют собой клапаны, которые работают только в одну сторону – пропускают спинномозговую жидкость с поверхности мозга в венозную кровь. Так мозг избавляется от продуктов жизнедеятельности, то есть грязи, которая может отравлять клетки и замедлять работу нашего главного управляющего центра.

Итак, работа мозга зависит не только от интенсивности потока крови, но и спинномозговой жидкости. Кровоток обеспечивает бесперебойная работа сердца. Если оно здорово и исправно, то с каждым ударом посылает кровь в мозг. Каждую минуту через мозг протекает около 600 мл крови, каждую секунду (один удар сердца) – 10 мл, из них 7 мл – это постоянный поток, движущийся по сосудам, а 3 мл – дополнительный вброс крови от пульсации.

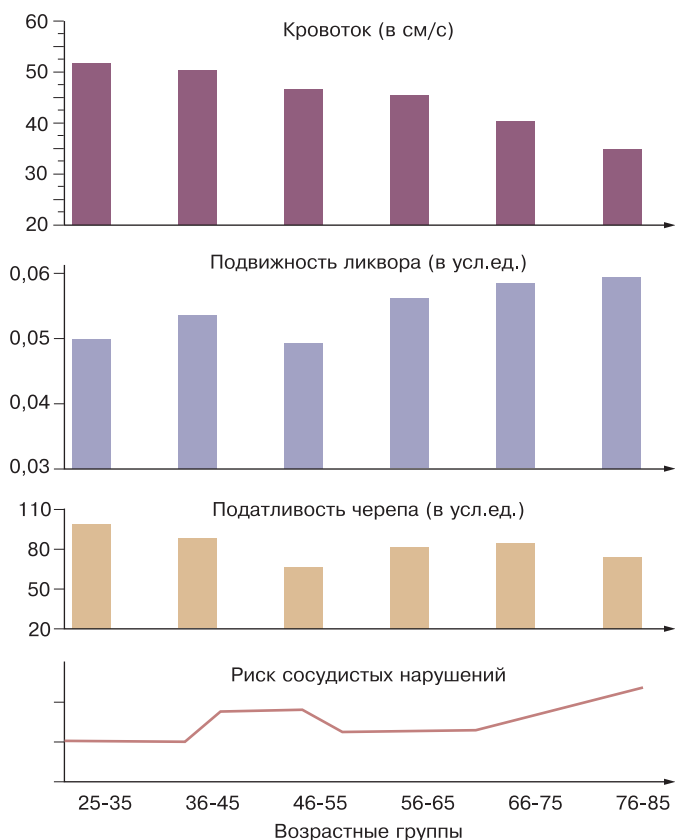
А что заставляет двигаться ликвор? На помощь ликвору приходят кровеносные сосуды мозга, объем которых непрерывно изменяется из-за давления крови и периодических сокращений сосудистых мышц. Объем разных сосудистых областей мозга уменьшается или увеличивается не одновременно и не одинаково. Благодаря этому ликвор постоянно перетекает внутри черепа. Эти движения ликвора крайне важны для питания мозга, поскольку они способствуют продвижению крови в черепе и переносят продукты тканевого обмена.

Во внутричерепном пространстве постоянно находится 140–180 мл ликвора. Именно столько позволяет вмещать достаточно жесткий череп. Однако благодаря своей небольшой пластичности он может под напором крови слегка увеличить внутренний объем и тем самым дать простор спинномозговой жидкости. Это дополнительное внутричерепное пространство особенно важно в момент сокращения сердца – оно должно вместить дополнительный объем крови.

Подведем итог: продуктивность работы мозга зависит от трех факторов – кровотока, подвижности спинномозговой жидкости и пластичности черепа.

### Кровь растягивает череп

Эти, казалось бы, простые и логичные рассуждения долгое время оставались вне поля зрения специалистов клинической и экспериментальной медицины. Правда, в 50-е годы ученые были близки к пониманию того, как же движется ликвор и как меняется объем внутричерепного пространства. В частности, математик В.Меншуткин построил модель, описывающую процесс циркуляции крови и ликвора в черепно-спинальном пространстве. Модель «заработала» лишь после того, как он включил в нее изменение объема черепа в момент удара сердца. Но зарегистрировать эти движения, как и растяжение черепа, в то время не умели. Не было методики, которая могла бы экспериментально подтвердить и оценить роль спинномозговой жидкости и внутричерепного объема в работе мозга. Кровоток измерять умели. А вот регист-



**1**  
 На диаграммах видно, что по мере старения кровоток в мозгу уменьшается, его компенсирует растущая с возрастом подвижность ликвора. Пластичность черепа тоже падает, но при этом в возрасте от 40 до 55 лет она достигает минимальных значений. Это одна из причин головокружений, утомляемости и обострения сосудистых заболеваний мозга, на которые жалуются пациенты именно в этом возрасте

рировать одновременно два параметра – кровоток и движение ликвора – нет. В результате исследователи получали одностороннюю картину.

В середине 90-х Ю.Е.Москаленко создал метод, позволяющий с помощью приборов регистрировать эти два параметра одновременно. Однако возникла проблема с обработкой данных. И здесь, как нельзя кстати, Юрий Евгеньевич получает грант Вашингтонского университета в Сент-Луисе на исследование кровотока мозга. Со своей аппаратурой он отправляется в США. Благодаря семилетней работе в американском университете Ю.Е.Москаленко дополняет свою методику компьютерной обработкой данных, приспособив для этой цели способы, которые американские исследователи использовали для решения других задач. Так, в конце 90-х, в России появился принципиально новый метод исследования, позволяющий оценить динамику ликвора и пластические свойства черепа. По своим возможностям он близок к компьютерно-томографическим методам, которые несравненно более дорогие и трудоемкие.

Суть метода заключается в том, что с помощью приборов, не вторгаясь в организм, можно измерять пульсовую вместимость черепа. Для этого надо зарегистрировать скорость кровотока в одной из крупных артерий мозга. Это делают с помощью метода, основанного на эффекте Доплера, того самого, который помогает гаишникам определять скорость движения автомобиля.

Одновременно мы измеряем электрическое высокочастотное сопротивление (100 кГц) между электродами, наложенными на череп. Это дает возможность судить, как меняется объемное соотношение между кровью и ликвором. Дело в том, что у крови и ликвора, а также и у самого мозга раз-

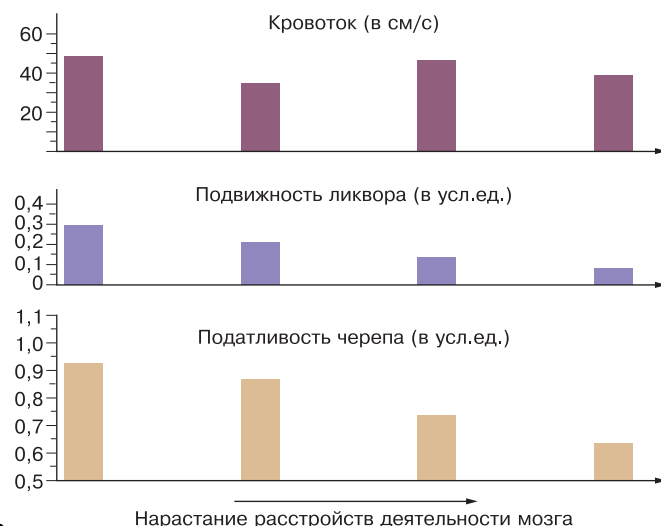
ное электрическое сопротивление. Как только объем крови и ликвора в мозгу изменяется, сопротивление между электродами тоже становится другим.

Эти методы исследования не причиняют вреда пациенту, поскольку интенсивность ультразвука и электрического поля, прикладываемых к черепу, очень маленькая. Но с их помощью исследователи получают очень важную информацию о том, какой объем жидкости может вместить череп в течение 0,2 секунды, длительности одного толчка сердца.

Что же показали исследования? Для того чтобы череп вмещал необходимый объем крови и жидкости, он должен обладать достаточным свободным внутренним пространством. Откуда ему взяться? Кровь поступает в голову толчками, и во время систолического повышения давления череп под напором крови должен чуть-чуть растянуться. Это и происходит, потому что черепу в целом присуща пластичность, хоть и небольшая, за счет подвижности в местах соединения его костей – «швах» черепа. Однако даже совсем маленькая, невидимая глазу растяжка черепа, которая дает всего-то 0,01–0,05% прибавки к внутреннему объему, может быть достаточной, чтобы поддерживать работу мозга в оптимальном режиме. Если же череп не в состоянии сделать этого, то кровоснабжение, а следовательно, и доставка питательных веществ к мозгу снизятся, ликвор не сможет активно двигаться, и все это неизбежно скажется на работе мозга. Пульсовой объем крови как бы теряется для мозга.

Все параметры, о которых мы говорили, индивидуальны – и давление крови, и объем внутренней полости черепа, и объем спинномозговой жидкости. Однако есть некие общие закономерности. Пластичность черепа меняется с годами. Если в детстве и юности кости податливы, то со временем соединения между ними буквально костенеют. Этот процесс обычно завершается в 40–50 лет. В результате падает вместимость черепа для пульсовой прибавки крови, а объем ликвора уменьшается. Врачи отмечают, что именно в этом возрасте люди начинают жаловаться на утомляемость, головокружение и обострение сосудистых заболеваний мозга. Естественно, такое обострение происходит не у всех, но у многих. Исследователи с кафедры высшей нервной деятельности биологического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова подтверждают, что деятельность мозга в этот период несколько снижается

Однако после 50 лет ситуация выправляется вплоть до 65–70 лет. Хотя череп и стал менее податливым, но с возрастом уменьшается кровоток, да и сам мозг тоже несколько умень-



**2**  
 На диаграммах представлены результаты обследования пациентов 78–83 лет с расстройствами деятельности мозга разной степени тяжести. Видно, что тяжесть расстройств (слабоумия в том числе) нарастает по мере уменьшения подвижности ликвора и податливости черепа, но с кровотоком такой явной связи не наблюдается



*Профессору Ф.Г.Углову измеряют доплерографом скорость кровотока в сонной артерии, питающей головной мозг*

шается. В результате в черепе появляется дополнительный свободный объем, благодаря которому более активно начинает циркулировать ликвор и тем самым компенсирует снижение кровотока (рис. 1).

Если же по каким-то индивидуальным физиологическим причинам этого не происходит, то в старческом возрасте у людей развивается деменция, старческое слабоумие. Ю.Е.Москаленко с коллегами показал, что старческое слабоумие и другие возрастные расстройства деятельности мозга сосудистого происхождения больше связаны со снижением подвижности спинномозговой жидкости и податливостью черепа, нежели с кровотоком (рис. 2).

Есть люди, сохраняющие поразительную ясность ума и работоспособность в весьма преклонном возрасте, когда мозговой кровоток заметно снижен. Это феномен также иллюстрирует роль спинномозговой жидкости в обеспечении мозга питанием. Один из таких людей – выдающийся врач, знаменитый питерский хирург профессор Федор Григорьевич Углов, который продолжал оперировать и в возрасте 102 лет. Он заинтересовался методикой Ю.Е.Москаленко и предложил проверить ее на себе. Выяснилось, что, несмотря на сниженный, как и положено в этом возрасте, кровоток, у него наблюдалась высокая пульсовая подвижность спинномозговой жидкости. Это, по-видимому, и было причиной феноменальной мозговой деятельности Ф.Г.Углова.

## Сверлим дырки?

Можно ли, располагая этим знанием, помочь людям? Можно. Достаточно увеличить объем полости мозга всего на 1–2 мл (это всего 0,01% от среднего объема мозга 1200 мл), чтобы интенсифицировать движение ликвора и улучшить кровоток. Именно так поступали и поступают в Мексике, просверливая в черепе аккуратные дырочки диаметром 10–15 мм. Постепенно дырочки в черепе зарастают. Но все это время они дают костям черепа возможность чуть-чуть растягиваться, создавая дополнительный внутренний объем.

Сейчас этот метод все больше привлекает к себе внимание, а исследования Ю.Е.Москаленко показали его возможную эффективность. Однако такая трепанация запрещена в большинстве стран. Вместе с тем в США активно работает Общество защиты трепанации – ITAG (International Trepanation Advocates Group), выступающее за разрешение операций такого рода. Доктор Питер Хальворсон, президент ITAG, добровольно сделал себе дырку в черепе. Так же поступила и президент фонда Бекли в Великобритании (Beckley



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Foundation) леди Аманда Нейдпат – ради пропаганды метода лечебной трепанации черепа. Кстати, оба почувствовали себя значительно лучше после операции.

Правда, трепанацию черепа неизбежно делают при операциях на мозге. Таких пациентов обследовала группа Ю.Е.Москаленко в клинике при Институте мозга человека РАН в Санкт-Петербурге. Оказалось, что в том случае, когда по медицинским показаниям после трепанации в черепе оставляли дырку открытой, у пациентов инструментально фиксировали улучшение питания мозга.

По мнению многих, сверлить дырки в голове неприемлемо, да просто дико и страшно. Есть ли другой, не травмирующий способ? Есть. Его предлагает остеопатическая медицина, основанная более века назад в США доктором Эндрю Стиллом.

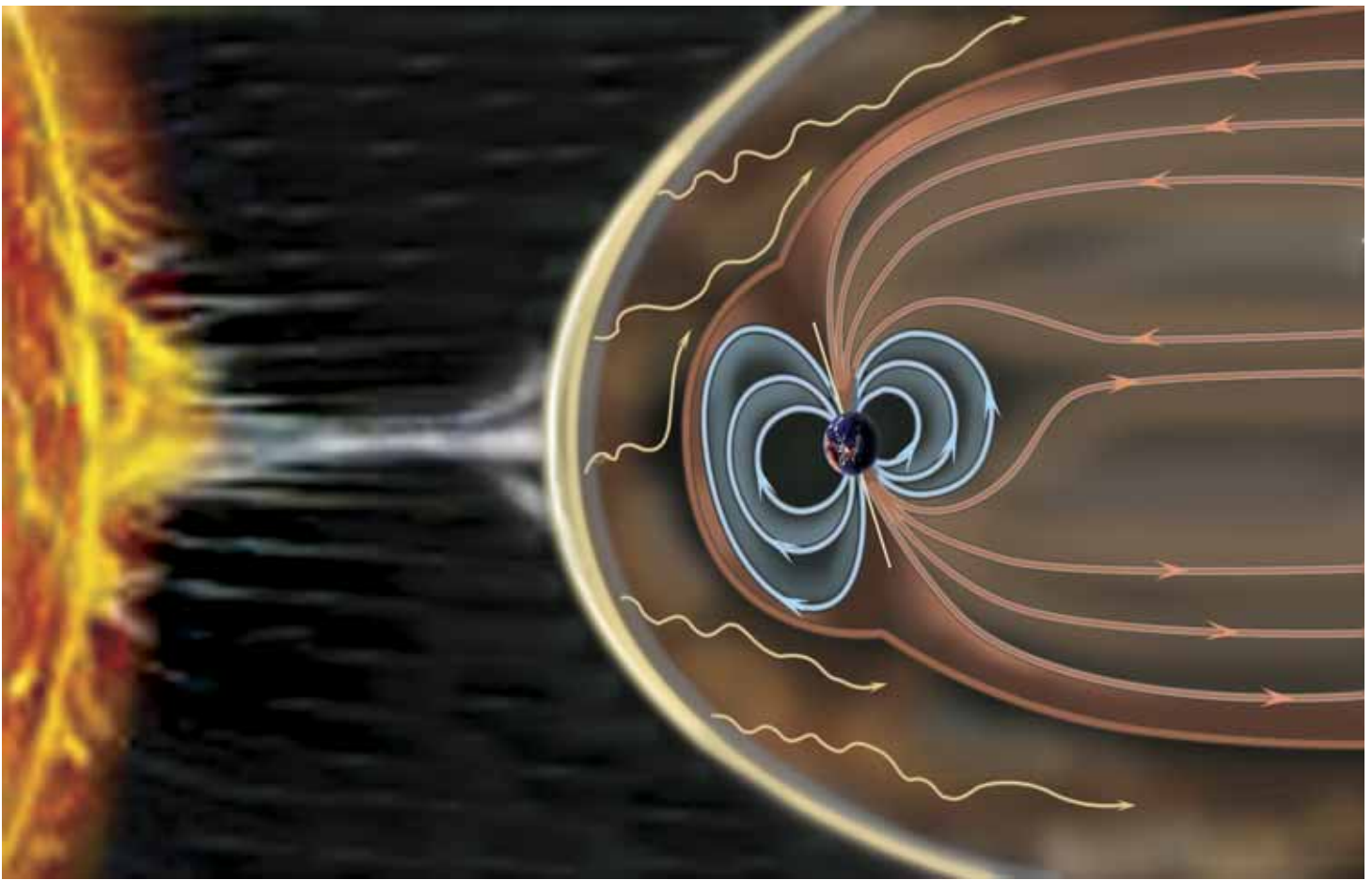
Принцип остеопатической медицины заключается в мягком воздействии на кости черепа с помощью рук. Руки врача надавливают определенным образом на голову пациента, воздействуя на места сочленения костей, натяжение связок и других тканей. В результате форма черепа изменяется, правда, незаметно для глаза. Но этого небольшого изменения достаточно, чтобы чуть-чуть увеличить внутренний объем, активизировать движение ликвора и кровотока в мозгу.

Оказалось, что такое лечение зачастую очень эффективно. На прием к остеопату родители приводят подростка. Мальчик трудный, не может сконцентрировать внимание, сосредоточиться. Исследования показали, что у ребенка в определенном участке мозга практически не движется ликвор, не поступает кровь. Судя по всему, это – последствие родовой травмы. Достаточно двух-трех 40-минутных сеансов остеопатии, как ребенок преобразуется на глазах.

Этот случай, в частности, наблюдали в лаборатории Москаленко, куда приезжают известные остеопаты из разных стран, например доктор Виола Фрайман (Калифорнийский Центр остеопатии ребенка, США) и профессор Филипп Дрюэль (Монреальский остеопатический центр). Они проводят сеансы остеопатического лечения, а сотрудники Ю.Е.Москаленко объективно оценивают его результаты. Сегодня остеопатическая медицина распространена в большинстве европейских стран, активно распространяется в европейских странах. В США десятки колледжей и клиник работают уже 100 лет, в Англии – 80 лет под патронажем королевского дома. В Россию остеопатическая медицина пришла недавно. 15 лет назад была открыта первая Высшая школа остеопатической медицины в Санкт-Петербурге, организованная кандидатом медицинских наук, доктором Т.И.Кравченко. Несколько позже такая же школа открылась в Москве. Сейчас у нас работает несколько школ для подготовки специалистов-osteопатов.

Процессами, протекающими в нашем организме, управляет множество факторов. Успех лечения возможен лишь в том случае, когда учтен вклад каждого из них. Исследования Ю.Е.Москаленко, давшие возможность системно оценивать работу мозга с учетом циркулирующих в нем жидкостей, лишний раз подтвердили это.





# Солнечная активность и жизнь

Большинство научных концепций, с которыми мы имеем дело в повседневной жизни, построены так, словно мы живем на неподвижной Земле, которая к тому же располагается в пустом пространстве. Например, мало кому из медиков, проводящих клинические испытания лекарств, придет в голову учитывать в этой своей работе фазу солнечного или лунного циклов. Точно так же физики, трактуя результаты эксперимента, как правило, не считают необходимым задуматься об уровне солнечной активности во время проведения опыта. Однако на самом деле наша планета стремительно движется по сложной траектории в весьма неоднородном пространстве. Поэтому в среде обитания постоянно происходят изменения — ведь эта самая среда не изолирована полностью от космических процессов. Большинство таких изменений носит циклический характер.

Один из центров изучения закономерностей, связанных с таким циклическим движением, находится в Крыму — в Таврическом университете им. В.И.Вернадского и Крымской астрофизической обсерватории. Именно в Крыму каждые два года проводятся соответствующие конференции. О современном видении проблемы рассказывает ведущий научный сотрудник обсерватории, доктор физико-математических наук **Б.М.Владимирский**.

## Общая картина магнитной бури

Рассмотрение влияния Солнца, а точнее, космической погоды на биосферу (и не только на нее) начнем со всем известного явления — влияния солнечных вспышек и порождаемых ими магнитных бурь на здоровье человека.

Комплекс геофизических явлений, называемый магнитной бурей, по давней традиции связывают прежде всего с возмущением геомагнитного поля. Основные события разветвляются в его горизонтальной составляющей (рис. 1).

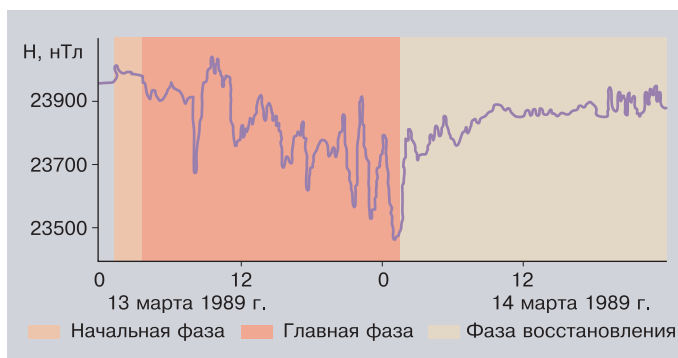
Характерное скачкообразное возрастание индукции поля в начале возмущения — «внезапное начало». Эта деталь — обязательный признак бури рассматриваемого типа (буря с постепенным началом — особый тип возмущений). Развитие «главной фазы» характеризуется уменьшением индукции (на величину порядка десятых долей процента) и возникновением флуктуаций с большими амплитудами. Заключительный этап — фаза восстановления — релаксация измеряемой величины к невозмущенному уровню. Полная продолжительность одиночного события — около 40 часов, но они имеют тен-

денцию появляться сериями. Описанное явление носит глобальный характер. В классических индексах магнитной активности, таких, как трехчасовой планетарный индекс  $A_p$ , оно выглядит как эпизод резкого повышения уровня активности: отдельное значение  $A_p$  может превышать 100 нТл (уместно напомнить, что этот индекс характеризует не усиление индукции, а увеличение размаха — изменчивости поля за определенное время).

Происхождение бурь с внезапным началом понятно. В некоторый момент времени в активной области на Солнце происходит взрывоподобное выделение энергии, запасенной в солнечных магнитных полях. Как следствие, вещество короны выбрасывается в межпланетное пространство. Это облако плазмы преодолевает расстояние до Земли примерно за сутки. Ударная волна, движущаяся перед облаком, первой достигает земной магнитосферы и вызывает упомянутое внезапное начало. Главная фаза бури соответствует взаимодействию магнитосферы с самим облаком (далее, через несколько суток, это же облако вызывает возмущение магнитосфер Марса и Юпитера — если, конечно, планеты находятся в соединении, то есть примерно на одном луче).

Корональный выброс часто сопровождается появлением хромосферной вспышки, поэтому ее оптические наблюдения позволяют в принципе предсказать магнитную бурю за сутки: свет движется гораздо быстрее частиц вещества. Когда число активных областей на Солнце велико, то есть когда велик интегральный показатель солнечной активности — число Вольфа, может происходить до нескольких магнитных бурь в месяц. В минимуме солнечной активности подобные события фиксируют крайне редко.

Те вариации геомагнитного поля, которые видны на магнитограмме (рис. 1), обусловлены изменениями в токовых системах, располагающихся в магнитосфере — верхней атмосфере. Они связаны с приходом к Земле плазменного облака — коронального выброса. Скорее всего, эти очень малые изменения не имеют какого-либо экологического значения. Однако во время бури меняются и другие параметры среды обитания. Изменяется уровень ионизирующей радиации: интенсивность галактических космических лучей уменьшается, но возрастает выход из грунта радиоактивного газа радона. Сильно возрастает уровень акустических колебаний неслышимого диапазона (инфразвук). На крайне низких частотах резко усиливаются микробаровариации, связанные с внутренними атмосферными волнами тяжести. Во многие сотни раз увеличивается ам-



1  
Так менялась горизонтальная составляющая индукции геомагнитного поля во время типичной магнитной бури на обычной среднеширотной станции Ла Авкила 13 марта 1989 года



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

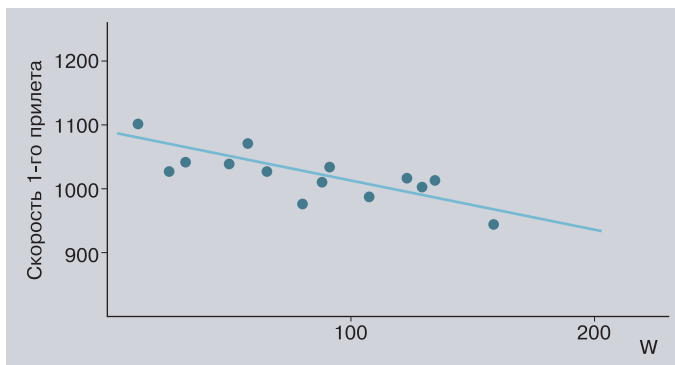
плитуда геомагнитных макропульсаций разного типа — радиоволн очень большой длины (с частотами менее одного герца). В этом последнем случае электромагнитные вариации весьма сложно организованы во времени: эмиссия в некоторой частотной полосе возбуждается преимущественно в определенную фазу бури и сильно зависит от времени суток. Значительно изменяется в это же время фоновый уровень радиоволн и на более высоких частотах. Необычайное богатство конкретных проявлений бури в электромагнитных полях не в последнюю очередь связано с обилием источников излучения: сверхдлинные радиоволны «просачиваются» в среду обитания из межпланетной плазмы, эмитируются магнитосферой, более короткие генерируются в атмосфере — гидросфере.

### Магнитные бури и инфаркт миокарда

О том, что частота инфарктов миокарда как-то связана с магнитными бурями, сейчас знают почти все. Но воспринимается эта связь как странный, загадочный, в чем-то сомнительный парадокс. Действительно, явление выглядит весьма необычно: спустя сутки после наступления магнитной бури с внезапным началом одновременно во многих, далеко отстоящих друг от друга пунктах, частота таких видов сердечно-сосудистой патологии, как инфаркт миокарда, стенокардия, острые нарушения мозгового кровообращения, возрастает примерно вдвое. Между прочим, этот феномен известен практикующим медикам не менее столетия — как «закон парных случаев» земских врачей: если в амбулатории появился пациент с нарушением сердечного ритма или стенокардией, непременно появится еще один с однотипной клиникой...

Теперь все это изучено во многих подробностях. Оказывается, эффект магнитных бурь обнаруживается не только в статистике заболеваемости и смертности. Их воздействие на сердечно-сосудистую систему хорошо заметно у практически здоровых людей, пребывающих на своих рабочих местах. Специальными измерениями установлено, что на магнитную бурю реагирует даже сердечно-сосудистая система «сверхздоровых» молодых мужчин — космонавтов, находящихся в орбитальном полете. Подробности этих исследований заинтересованный читатель может отыскать в специальных монографиях.

Но что происходит в сердечно-сосудистой системе, когда наступает магнитная буря? Каков физиологический механизм ее воздействия? Основные черты этого механизма удалось выяснить в специальных экспериментах с классическими лабораторными животными — кроликами. Здесь очень помог счастливый случай. В лаборатории физиологии московского Университета дружны народов им. Патриса Лумумбы проводили долговре-

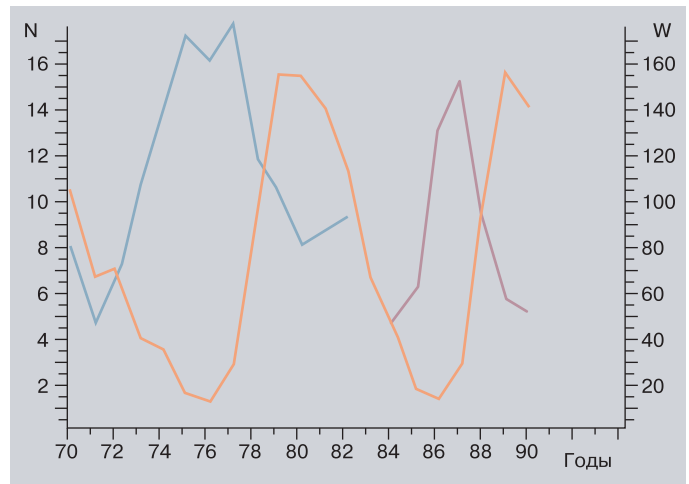


2

С увеличением солнечной активности ухудшается работа навигационного аппарата голубей. По вертикальной оси — скорость прилета первой особи данной партии на родную голубятню после выпуска птиц из некоторого удаленного пункта. Наблюдения 1957–1976 гг., из работы Б. Шрайбера и О. Росси (1979 год)

менные исследования сезонных изменений в функционировании сердечно-сосудистой системы.

Опыты шли по заранее намеченному расписанию: непрерывно в течение трех суток через каждые три часа у группы животных измеряли множество показателей. При этом исследователи применяли весьма информативные сложные методики, позволявшие получить данные о динамике физиологической картины, включая электронную микроскопию тканей сердечной мышцы. Во время очередного опыта, в сентябре 1984 года, произошли одна за другой две сильные магнитные бури. У всех подопытных животных синхронно наступили глубокие функциональные изменения. После подробного анализа большого массива данных, собранных в этом и других экспериментах, авторы сделали два основных вывода. Во-первых, магнитная буря вызывает серьезные сдвиги во всей временной организации работы сердца (такое полное разрушение биологической ритмики в специальной литературе называется десинхронизмом). Во-вторых, на клеточном уровне воздействие магнитной бури частично выводит из строя энергогенерирующие органеллы — митохондрии.



3

Итальянский микробиолог П.Фараоне в 1995 году закончил серию многолетних ежедневных наблюдений бактериальных колоний, общее число которых превысило четыре миллиона. Из его данных видно, что число аномальных колоний в культурах воздушной аэрофлоры (синий) и золотистого стафилококка (лиловый) изменяется в противофазе с числом Вольфа (оранжевый). По вертикальной оси слева — процент аномальных колоний, справа — числа Вольфа

В рамках статьи невозможно коснуться важных частных заключений этой работы. Но самое главное, что совокупность данных, накопленных в экспериментах на животных и в наблюдениях над человеком, позволяет построить связную картину физиологических изменений, наступающих в сердечно-сосудистой системе организма при воздействии магнитной бури.

Сейчас большинство исследователей считают, что важнейший физический фактор, вызывающий глубокие физиологические изменения в сердечно-сосудистой системе человека и животных во время магнитных бурь, — это и есть те низкочастотные электромагнитные поля, о которых шла речь в начале статьи. Такой вывод делается прежде всего на основе экспериментов со сверхслабыми низкочастотными полями, проведенных в лаборатории на животных. Такие опыты про-

## Циклы нашей системы

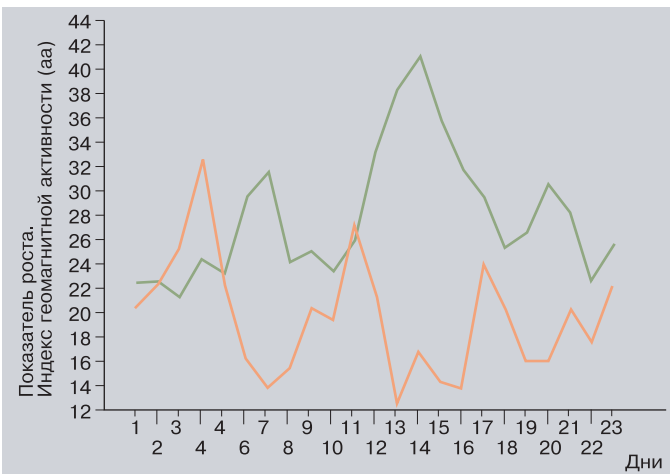
Самый большой период, о котором имеет смысл говорить, — это период обращения Солнечной системы вокруг центра Галактики. Он составляет около 180 млн. лет — Земля существует всего-то 25 галактических лет, а млекопитающие на ней появились в «прошлом» году... Еще один важный период — колебания Солнца относительно плоскости Галактики: мы пересекаем эту плоскость каждые 30 млн. лет.

Хорошо известны циклы с «человеческим» масштабом: сутки, лунные циклы, период осевого вращения Солнца. Особое значение имеет цикличность солнечной активности. Как правило, выделяют 11-летний период, однако на самом деле здесь имеется целый набор (спектр) периодов. Самый длительный из известных ныне — около 2400 лет. Самый короткий — период собственных колебаний Солнца: около 5 минут.

Зная об этих сложных движениях, становится понятным, что нельзя построить полную картину биологической эволюции, если не учитывать перемещения планеты в Галактике: Солнечная система, вероятно, проходила через газопылевые облака (возможно, это одновременно и области повышенной концентрации галактических комет) или через горячие остатки вспышек сверхновых. Экологические эффекты процессов, протекающих в пределах Солнечной системы, — космической погоды — интенсивно изучают начиная со второй половины XX века. В результате воздействия вариаций солнечного ультрафиолетового (рентгеновского) излучения на ионосферу, а солнечного ветра — на магнитосферу могут существенно меняться некоторые факторы, которым прежде не придавали значения: инфразвук, электрическое поле, переменное электромагнитное поле (радиоволны) низких частот, изменения уровня радиоактивности. Эти новые экологические параметры астро-

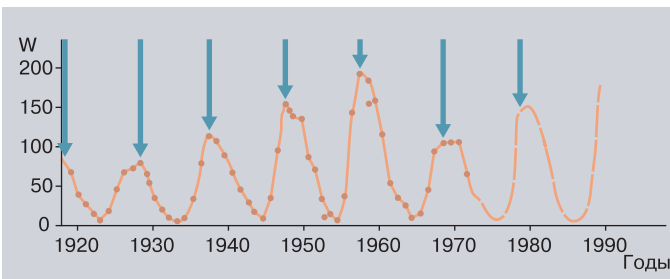
физики измеряют, однако систематически такую работу проводят лишь в нескольких обсерваториях. Поэтому при изучении влияния космической погоды на биосферу по-прежнему широко применяются классические космофизические индексы, например числа Вольфа (число пятен и их групп на диске в данный день) или индексы магнитной активности ( $A_p$  — диапазон флуктуаций поля в данные сутки).

Из новых индексов весьма интересны особо выделенные дни прохождения близ планеты границ секторов межпланетного магнитного поля (ММП). Напомним, что ММП — это вытянутое плазменное магнитное поле короны Солнца, которое заполняет Солнечную систему. В проекции на плоскость земной орбиты оно напоминает свастику: чередующиеся секторы, где силовые линии поля направлены к Солнцу («минус») или от него («плюс»). Когда граница между секторами проходит через Землю, магнитосфера перестраивается, и все электромагнитные индексы резко меняются.



4

*Антикорреляция показателя роста растительных клеток в фитотроне (зеленый) и геомагнитного aa-индекса (оранжевый). По горизонтальной оси — календарные дни. Из работы Г. Томассена, 1992 год*



5

*Связь солнечной активности с наступлением пандемий гриппа — вертикальные стрелки. Эта связь прослеживается в XIX веке и, возможно, во второй половине XVIII века, то есть на протяжении не менее чем 17 циклов. Причины этой связи остаются неизвестными, имеет ли место влияние космической погоды на мир вирусов — неясно. Из заметки Ф. Хойла и Н. Викрамасиндга, 1990 год*

ходили в Крыму (Н.А.Темурьянц, В.С.Мартынюк, частота 8 Гц), в Томске (А.М.Опалинская, Л.П.Агулова, частота 0,1 Гц). В последние годы самые красивые эксперименты со сверхнизкими частотами были поставлены в Пушино-на-Оке (В.В.Леднев, Н.А.Белова). Подобные опыты проходят и сейчас — ведь в этой области существует множество белых пятен.

Но если причина влияния магнитной бури на сердечно-сосудистую систему — одновременно возникшее возмущение в электромагнитных полях — радиоволнах, то от нее возможна защита. Инструментальные наблюдения над пациентами, помещенными в подобное «убежище», проводил известный московский медик профессор Ю.И.Гурфинкель. Как только поступало сообщение о магнитной буре, пациентов, состояние которых внушало некоторое опасение, переводили в особую палату. От обычной палаты она отличалась только одним: представляла собой замкнутый электромагнитный экран. Оказалось, что пациенты, «переждавшие» в ней магнитную бурю (около трех суток), чувствовали себя лучше — и по объективным, и по субъективным показателям. Между прочим, длительная изоляция от возмущенного электромагнитного фона приводит к неблагоприятным физиологическим последствиям.

Для кардиологов надежное установление того факта, что магнитные бури служат фактором риска для возникновения сердечно-сосудистой патологии, представляет собой обстоятельство интересное, но в некотором смысле заурядное. Ведь таких факторов риска известно не так уж

мало, и упомянутые бури — определенно не самый важный из них (если бы бури вообще не существовало, инфаркты все равно бы случались). Но при взгляде поверх междисциплинарных границ делается очевидным, что данный факт имеет значение фундаментальное.

## Подход к гелиобиологии

Среди гигантского многообразия биологических явлений нарушение нормальной работы сердечно-сосудистой системы млекопитающих из-за взрыва на Солнце — феномен ничем решительно не выдающийся. Магнитная буря должна, очевидно, влиять и на другие биологические процессы. С другой стороны, эти самые магнитные бури — только одно из проявлений солнечной активности, существуют и многие другие. Не следует ли отсюда, что факт, обсуждавшийся выше, свидетельствует о том, что биосфера в целом открыта эффектам солнечной активности, то есть вариациям космической погоды?

В наши дни нет сомнений, что ситуация именно такова. За вторую половину XX века усилиями многих отечественных и зарубежных исследователей самых разных специальностей в доказательство этого тезиса собран огромный материал. Во многих случаях его убедительность никак не меньше, чем для связи «магнитные бури — инфаркт миокарда». Данные охватывают всю биологическую систематику — бактерии и клеточные культуры, мир растений, мир насекомых, птицы, обитатели гидросферы, млекопитающие.

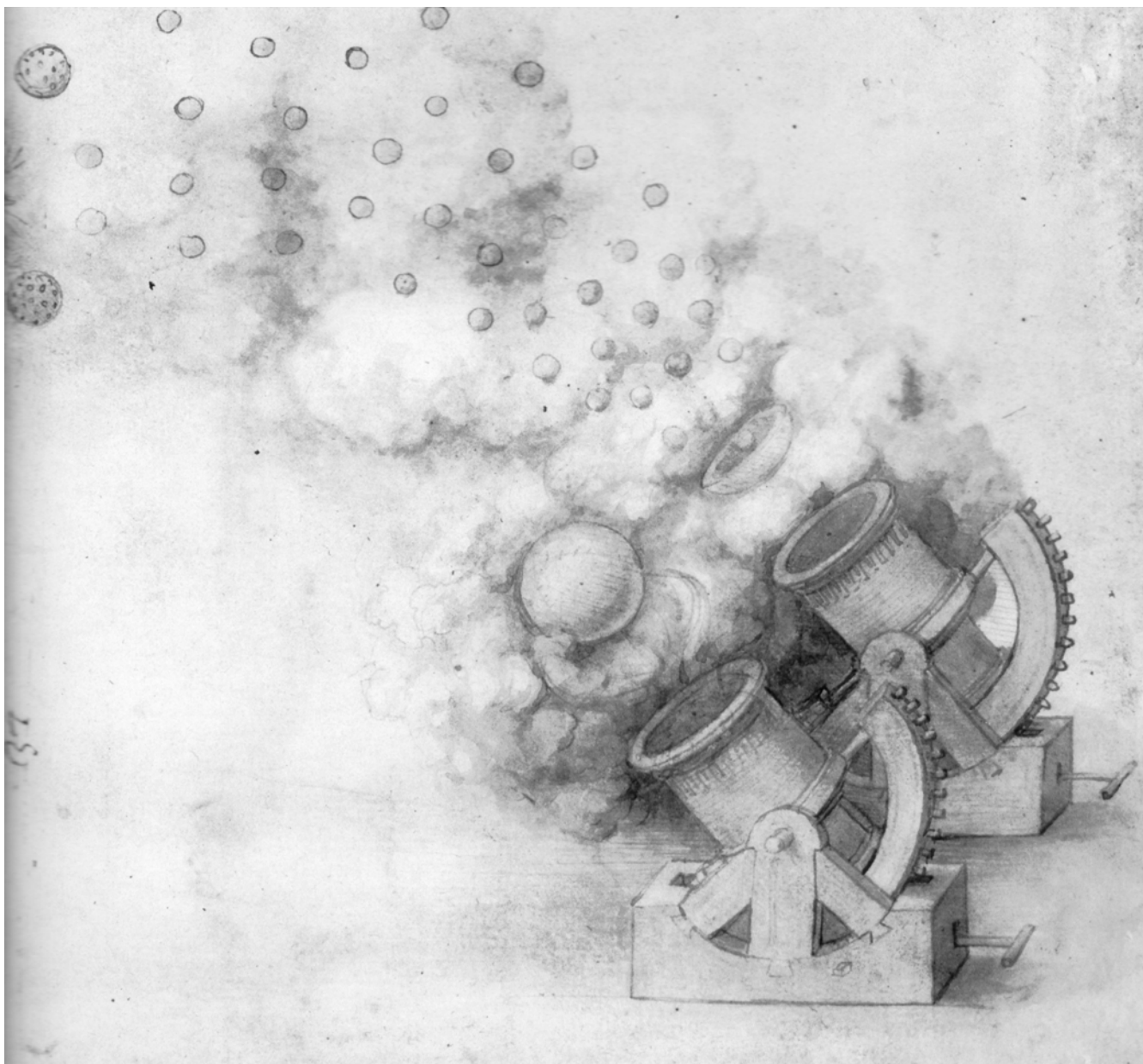
На рисунках 2—5 приведено несколько интересных примеров. Систематический обзор всего этого материала сделан в нескольких монографиях, перечисленных в конце статьи. Из большого набора экспериментальных данных следует, что в общем все без исключения биологические процессы в той или иной степени чувствительны к вариациям солнечной активности. Первым, кто сформулировал этот основополагающий тезис, был замечательный отечественный ученый А.Л.Чижевский (1897—1964). Он же предложил для данного направления исследований емкий термин — «гелиобиология». Смысл этого термина состоит в том, что солнечная активность влияет на все без исключения биологические процессы на нашей планете — всегда и в глобальном масштабе. Какой бы биологический показатель ни был выбран, его зависимость от солнечной активности будет непременно обнаружена, если проводить наблюдения аккуратно и достаточно долго, чтобы застать разные фазы солнечного цикла.

### Что еще можно почитать о гелиобиологии

**В.В.Александров.** Экологическая роль электромагнетизма. Изд-во Политехнического университета. СПб., 2006.

**Б.М.Владимирский, Н.А.Темурьянц.** Влияние солнечной активности на биосферу. Изд-во МНЭПУ. М., 2000.

**С.М.Чибисов, Л.К.Овчинникова, Т.К.Бреус.** Биологические ритмы сердца и «внешний» стресс. М., 1998.



# Экономика управляемого термояда

Кандидат  
физико-математических наук  
**В.А. Лучников,**  
Университет Верхнего Эльзаса,  
Мюлуз, Франция

Небольшой городок Кадараш, затерявшийся среди известняковых гор французского Прованса, до недавних пор интересовал лишь местных краеведов, которые нашли в его окрестностях много интересного, в частности следы стоянки первобытных людей. С середины 50-х годов прошлого века сюда стали приезжать и физики-ядерщики, которые регулярно проводили здесь научные школы и конференции. Останавливались они в средневековом замке, купленном и отреставрированном Французским агентством по атомным исследованиям. Постепенно научный центр обзавелся множеством масштабных экспериментальных установок, предназначенных для исследований по атомной энергетике и ядерным вооружениям. В 2005 году настал звездный час Кадараша: город был выбран местом постройки международного экспериментального реактора управляемого термоядерного синтеза. Так завершилась двадцатилетняя предыстория проекта, начавшаяся договоренностью М.С. Горбачева и Р. Рейгана о совместном строительстве установки силами двух имевшихся на 1985 год сверхдержав.

Клуб был объявлен открытым, и к настоящему времени в число его членов, кроме России и США, входят Европейское сообщество, Китай, Индия, Япония и Южная Корея. В этот немалый срок вместились собственно проектирование реактора, получившего звучное имя ИТЕР — от первых букв английского названия проек-



та, «International Thermonuclear Experimental Reactor» (сейчас это название уже не считается аббревиатурой, а связывается с латинским словом *iter* — путь), а также многолетняя эпопея переговоров и интриг атомных агентств Испании, Франции, Канады, входившей в проект с 2001 по 2003 год, и Японии, которые желали строить реактор каждая на своей территории. В конце концов опасения, что инфляция съест изрядную долю бюджета проекта (примерно 10 млрд. долларов по состоянию на 2006 год) вынудило ученых и чиновников принять компромиссное решение: сам реактор будет построен во Франции, центр управления разместится в Испании, а пост главы проекта и 20% рабочих мест достанутся Японии. Убедить пойти на уступки Страну восходящего солнца удалось только ценой договоренности о строительстве следующего, еще более совершенного реактора на одном из островов Японского архипелага.

## De omnibus dubitandum — все подвергай сомнению

Главной задачей этого проекта, как уже писала «Химия и жизнь» (июль 2005 года), будет достижение самоподдерживающейся термоядерной реакции, а также прояснение многих принципиальных вопросов в области материаловедения. Однако конструкция ИТЕР даже не предусматривает преобразования полученной тепловой энергии в электрическую. Прототипом полноценной термоядерной электростанции — с теплообменным контуром и турбиной — должен стать реактор, обещанный японцам и уже получивший рабочее название «Демо». Первый же коммерчески выгодный реактор будет построен, вероятно, не раньше 2050 года.

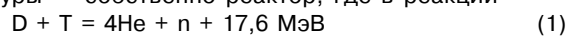
Чтобы показать, насколько термоядерная энергетика предпочтительнее любой другой, часто приводят такое сравнение: при термоядерном сжигании содержащегося в одном стакане воды дейтерия может выделиться примерно столько же энергии, сколько ее получается при обычном сжигании барреля (159 литров) нефти. Но хватит ли этого пресловутого барреля на то, чтобы покрыть энергетические затраты по извлечению дейтерия из воды? Здесь уместно вспомнить одну поучительную историю. Великий немецкий химик Фриц Габер, нобелевский лауреат и страстный патриот Германии, после Первой мировой войны пытался помочь своей стране выплатить наложенные на нее контрибуции, добывая золото из морской воды. Его вдохновляли оценки, по которым в Мировом океане плавает в виде раствора примерно 10 млн. тонн благородного металла. Увы, стоимость полученного золота во много раз превысила затраты на его извлечение. Не случится ли подобный казус с дейтерием? Сойдется ли энергетический баланс, или, как говорят физики, замыкается ли УТС по энергии?

Другой неудобный вопрос, редко поднимаемый в дискуссиях по УТС, касается доступности и достаточности топлива для термоядерных электростанций. Обычно как-то само собой подразумевается, что речь идет о дейтерии, запасы которого в водах Мирового океана и вправду практически неограниченны. Но реальной термоядерной энергетике будет необходим тритий, который получается в ядерной реакции нейтронов с литием, элементом достаточно редким и рассеянным. Но и это еще не все: в ходе экспериментов на ИТЕР может выясниться, что производство трития из лития потребует использования бериллия, один из минералов которого известен как изумруд, между прочим...

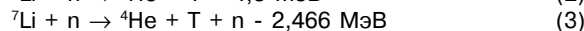
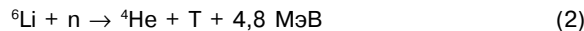
Дискуссия на эти темы идет на страницах специализированных научных журналов, а непосвященной публике приходится довольствоваться самыми общими выводами. Следуя призыву Рене Декарта, вынесенному в название главы, давайте проследим за расчетами специалистов и заодно разберемся в топливном цикле термоядерной энергетике.

## Твердое одеяло для плазмы

Будущая термоядерная электростанция типа «токамак» имеет несколько принципиально важных систем. «Сердце» (или «желудок» — кому как нравится) всей инфраструктуры — собственно реактор, где в реакции



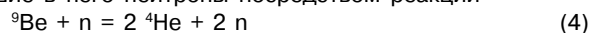
сгорает дейтерий-тритиевая смесь. Основной компонент реактора — это тороидальная камера, в центре которой будет удерживаться мощным магнитным полем плазменный шнур (см., например, «Химию и жизнь», 2005, □ 7). Стенки камеры, на жаргоне проектировщиков реактора называемые «бланкетом» (в переводе с английского, «одеялом»), кроме сбора энергии, уносимой из зоны реакции нейтронами, должны будут решать задачу воспроизводства трития путем реакции нейтронов с литием, причем при наличии достаточно быстрых нейтронов для этого пригодны оба стабильных изотопа лития:



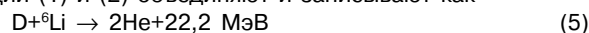
Нейтроны рождаются при каждом элементарном акте ядерной реакции трития и дейтерия внутри плазменного шнура. Значит, литий необходимо расположить где-то вблизи зоны реакции. Но там же надо поместить систему поглощения и отвода производимой реактором энергии, главного «продукта» станции, ради которого все и затевается. Насчет того, как совместить эти две функции blankets, у ученых пока нет единого мнения. Основными конкурентами остаются две концепции, условно называемые «твердым» и «жидким» blanketом, по агрегатному состоянию, в котором пребывает вещество, содержащее литий, или же сам этот металл.

В концепции твердого blankets предлагается окружить тороидальную камеру толстым слоем плотно упакованных керамических микрогранул на основе лития, например миллиметровыми шариками метатитаната лития  $\text{Li}_2\text{TiO}_3$ . Будучи нейтральными частицами, нейтроны легко преодолевают относительно тонкую внутреннюю поверхность камеры, выполненную из вольфрама или из бериллия, и поглощаются в ходе ядерной реакции (2) в толще керамики. Порожденный внутри гранулы атомарный тритий диффундирует на поверхность частицы, где увлекается потоком инертного газа, например гелия, который прокачивается сквозь упаковку гранул под небольшим давлением. Затем тритий отделяют от гелия — каталитическим окислением на поверхности палладия или платины либо адсорбцией при низких температурах на пористых материалах, таких, как цеолиты или активированный уголь. Так называемую супертяжелую воду с тритием вместо водорода или пористые материалы необходимо будет периодически извлекать и высвобождают тритий либо электролизом, либо десорбцией при нагревании.

Внимательный читатель, конечно, заметил, что из формул реакций (2) и (3) следует: для регенерации трития каждый нейтрон, вылетающий из плазменного шнура, должен не только отдать свою кинетическую энергию blankets в виде тепла, но и оставить «потомство» в виде одного атома трития. Очевидно, такая славная судьба уготована не всем нейтронам, часть их неизбежно рассеется вне керамики. Поэтому в конструкцию твердого blankets, между внутренней стенкой реактора, окружающей плазму, и литиевой керамикой, придется вводить слой из бериллия, который размножит попавшие в него нейтроны посредством реакции



Быстрые нейтроны, образовавшиеся в термоядерной реакции (1), рассеивают доставшуюся им кинетическую энергию в виде тепла на материалах blankets. К этой энергии прибавляется «бонус» в количестве 4,8 МэВ от реакции нейтронов с более легким изотопом лития, поэтому часто реакции (1) и (2) объединяют и записывают как



Выделившееся в бланкете тепло нужно аккуратно собрать и транспортировать в более спокойное место, где оно будет конвертировано по традиционной схеме «пар–котел–генератор» в электроэнергию. В твердом бланкете роль теплоносителя первичного контура отведена гелию, который будет прокачиваться по системе труб, проложенных сквозь керамику.

## Жидкое одеяло для плазмы

В конкурирующей концепции жидкого бланкета расплав жидкого лития или его сплава со свинцом выполняет одновременно роль сырья для производства трития и теплоносителя первого контура. Та же роль иногда предназначается расплаву солей лития и бериллия  $\text{LiF—BeF}_2$ , так называемому флайбу. Про свойства бериллия как размножителя нейтронов мы уже знаем. Свинец тоже подходит на роль размножителя нейтронов, к тому же этот элемент гораздо более распространен и намного менее токсичен, чем бериллий.

На роль размножителя нейтронов подходит еще и цирконий, а так же сам литий, точнее, более тяжелый из его двух стабильных изотопов  $^7\text{Li}$ : он способен не только породить тритий, но и произвести в ходе реакции (3) дополнительный нейтрон, который может поглотиться ядром  $^6\text{Li}$ , и дать еще одно ядро трития — то есть на один исходный нейтрон получаются два ядра трития.

## Макро- и микроэкономика синтеза

Теперь мы представляем в общих чертах набор расходных материалов, которые будут использоваться в УТС. Условимся считать, что они-то в основном и определяют энергетический и экономический баланс термоядерной станции, а конструкционные материалы, то есть медь для проводов, бетон для стен и все остальное, равно как и расходы на строительство и ремонт станции, составляют в нем малую долю. Это обычное предположение, которое делают при расчете рентабельности традиционных электростанций. Примем во внимание, что доля тепловой энергии, которую удается преобразовать в электрическую, едва ли превышает 40%. И не забудем, что часть произведенной энергии необходимо возвращать в реактор на поддержание условий реакции. Теперь давайте, следуя подсчетам специалистов, ответим на принципиальный вопрос: возмещает ли УТС энергию, затрачиваемую на производство термоядерного топлива и обслуживание станции?

Действуя по методике расчетов, которую называют микроэкономическим подходом, экономисты наводят справки о средних по отрасли затратах энергии на всех стадиях производства какого-либо продукта и затем полученные цифры суммируют. В макроэкономическом подходе, напротив, сначала узнают текущую цену продукта. Ее делят на среднюю рыночную стоимость киловатта электроэнергии, и таким образом сразу получают оценку сверху количества энергии, затраченной на производство этого продукта. Этот способ позволяет учесть, хотя и очень приблизительно, не только прямые, но и косвенные затраты энергии, например связанные с транспортом, хранением, да мало ли еще с чем.

Разберемся вначале с энергозатратами на получение дейтерия. Природное содержание этого изотопа составляет 0,0147% от общего количества водорода на Земле. Последнее уточнение существенно, потому что на Юпитере и других планетах-гигантах относительная концентрация дейтерия по пока не вполне ясным космологическим причинам почти в четыре раза больше, 0,06%. Но очевидно, этого слишком мало, чтобы отправлять экспедиции за термоядерным горючим в далекий космос. Придется обходиться запасами дейтерия на родной планете, тем более что дела обстоят не

так уж плохо. Так как дейтерий нужен не только для термояда, но и в качестве замедлителя нейтронов на обычных атомных электростанциях, его производство, а точнее, производство так называемой тяжелой воды  $\text{D}_2\text{O}$  давно налажено в промышленных масштабах.

На первом этапе обычную воду чаще всего обогащают в реакции изотопного обмена воды с сероводородом, который циркулирует по замкнутому циклу между «горячим» (120°C) и «холодным» (30°C) резервуарами, забирая дейтерий в первом и отдавая его во втором резервуаре. (Этот способ в 40-х годах XX века независимо нашли Карл Гайб и Жером Спевак, поэтому процесс носит их имена.) Таким образом удается довести концентрацию дейтерированной фракции воды до 20%. Затем концентрацию тяжелой воды завершают ректификацией под вакуумом или электролизом. В основе вакуумной ректификации лежит тот факт, что водородные связи, которые молекулы тяжелой воды образуют со своими соседями, слегка сильнее, чем у молекул обычной, «легкой» воды. Поэтому при выпаривании молекулы обычной воды, не содержащие дейтерия, в среднем покидают жидкую фазу быстрее. При электролизе используется маленькая, но все же заметная разница потенциалов восстановления водорода и дейтерия, из-за чего при электролизе повышена доля водорода в выделившемся газе (соответственно оставшаяся вода обогащается дейтерием). Так как коэффициент обогащения на каждом цикле дистилляции или электролиза очень мал, процесс приходится повторять многие сотни раз, и это делает получение тяжелой воды одним из самых энергоемких производств.

Суммарные энергозатраты на получение одного килограмма тяжелой воды высокой степени чистоты оцениваются ее основными производителями (например, заводом в индийском городе Кота) в три мегаватт-часа. Килограмм чистого дейтерия можно получить электролизом примерно пяти килограммов чистой тяжелой воды, на что придется потратить порядка 70 киловатт-часов — пренебрежимо малую долю от общих энергозатрат (эта операция равносильна одному из многих сотен циклов обогащения). Таким образом, килограмм дейтерия требует, согласно микроэкономическому способу подсчета, примерно 15 мегаватт-часов электроэнергии.

Сравним этот результат с числом, который дает макроэкономический подход. Цена очищенной до высокой степени (99,98%) тяжелой воды на мировом рынке сегодня составляет примерно 700 долларов за килограмм. Пренебрегая расходами на электролиз, можем считать, что рыночная цена дейтерия составляет 3500 долларов за килограмм. Средняя цена киловатт-часа электроэнергии в США в 2006–2007 годах составила 9,28 цента. Значит, согласно макроэкономическому подходу, полные энергозатраты на производство килограмма дейтерия не должны превышать примерно 37 мегаватт-часов. Отличие результатов макро- и микроэкономических методов подсчета примерно в два раза не должно смущать, ведь нас интересует только порядок величины.

Теперь оценим энергетическую стоимость лития. Основным сырьем для его получения служат минералы сподумен  $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$  и петалит  $\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$ . Из них путем несложной последовательности химических реакций литий выделяют в составе соли  $\text{LiCl}$ , электролизом которой, в свою очередь, получают металлический литий. Если необходимо, его дополнительно очищают методом вакуумной дистилляции. К сожалению, поставщики лития не делятся в своих публикациях информацией об энергозатратах производства, поэтому нам придется оценивать энергоемкость получения килограмма металла, исходя из макроэкономического подхода. Примерная цена лития сегодня — 95 долларов за килограмм. Деля эту цифру на приведенную выше цену киловатта электроэнергии, находим, что на производство килограмма лития надо затратить не более 1024 киловатт-часов, или около одного мегаватт-часа электроэнергии. Суммируя максималь-

ные энергозатраты на производство килограмма термоядерного горючего для реактора, получаем 38 мегаватт-часов, или 137 тыс. мегаджоулей.

Это число почти в две с половиной тысячи раз меньше «энергетической плотности» (понятия, используемого энергетиками для сравнения различных видов горючего) дейтериево-тритиевой смеси, которую оценивают в 337 млн. мегаджоулей на килограмм. Такую впечатляющую величину вычисляют с помощью формулы Эйнштейна, устанавливающей эквивалентность массы и энергии. (То есть находим разницу энергий покоя веществ до и после реакции  $\Delta E = (m_2 - m_1) c^2$ , где  $m_2$  есть сумма масс ядер дейтерия и трития, а  $m_1$  — сумма масс ядра гелия и нейтрона.) Поэтому считается, что затраты энергии на производство термоядерного горючего в общем энергобалансе термоядерной электростанции пренебрежимо малы.

Ну а если выяснится, что лития и дейтерия недостаточно и для воспроизводства трития придется привлекать бериллий и свинец? Свинец, очевидно, материал дешевый, судя по размаху, с которым человечество с давних пор использует его в своих войнах. В самом деле, килограмм свинца сегодня стоит где-то 2,2 доллара, а это, как мы знаем, означает и весьма малые энергозатраты на его производство. Несколько иная ситуация с бериллием: килограмм этого металла, добываемого главным образом из минерала берилла, стоит приблизительно 825 долларов. Но это в несколько раз меньше, чем цена дейтерия, а значит, на энергобаланс термоядерной станции необходимость добычи бериллия существенно повлиять не сможет.

Теперь уже ясно, что этот баланс определяется не затратами энергии на производство термоядерного горючего, а КПД преобразования тепловой энергии в электрическую и необходимостью расходовать часть энергии на поддержание условий реакции, то есть нагрев плазмы. В реакторе ИТЕР, по расчетам его проектировщиков, получаемая от реакции мощность в 500 мегаватт примерно в десять раз превышает мощность, вводимую в плазму главным образом с помощью атомарных пучков дейтерия и системы радиочастотного нагрева. На 400 секунд каждого цикла непрерывного горения плазмы будет вырабатываться 200 000 мегаджоулей тепловой энергии, а расходоваться приблизительно полграмма дейтериево-тритиевой смеси, энергетическая стоимость которой, как нетрудно подсчитать, равна примерно 70 мегаджоулям. Так что пусть даже в электричество удастся преобразовать не больше 40% вырабатываемой энергии, все идет к тому, что по энергии термояд замыкается с большим излишком.

## Надолго ли хватит дров?

Зато обеспеченность термоядерной энергетики литием и бериллием вызывает у специалистов некоторые сомнения. Ведь если запасы дейтерия в океане исчисляются астрономической величиной  $2,3 \cdot 10^{16}$  тонн, то разведанные запасы лития в легкодоступных месторождениях составляют примерно 35 млн. тонн. Для сравнения: запасы нефти в мире достигают 210 млрд. тонн, а ежегодно добывают 3,6 миллиардов тонн «черного золота». На сколько лет хватит запасов лития, если основная доля энергии в мире будет производиться на термоядерных центрах? Такие оценки в специальной литературе тоже существуют, и они не однозначны.

Сегодня годовое мировое потребление энергии составляет  $5 \cdot 10^{20}$  джоулей. Исходя из энергетической плотности термоядерного горючего и коэффициента преобразования тепловой энергии в электрическую, нетрудно подсчитать, что в год придется сжигать не менее полутора тысяч тонн лития, а значит, известных запасов этого элемента хватит где-то на 20 тысяч лет. Следует учитывать, что энергетический аппетит человечества растет с каждым годом, поэтому более ос-



торожные оценки показывают, что лития как элемента термоядерного горючего должно хватить не менее чем на 6 тысяч лет. Это, конечно, очень большой срок, сравнимый со временем существования цивилизации, но отнюдь не бесконечность. Кроме того, на литий засматривается автомобильная промышленность, ведь этот металл считается очень перспективным для создания батарей к электромобилям. Еще более туманны долгосрочные перспективы термоядерной энергетики на дейтерий-тритиевой смеси, если в ходе экспериментов на ИТЕР выяснится, что в производстве трития не обойтись без бериллия. Мировые запасы этого металла оцениваются всего-то в 400 тысяч тонн, а расход при бридинге сопоставим с расходом лития. Это может ограничить запасы сырья для термояда до нескольких сотен лет.

## Когда лучшее — не враг хорошего

Поэтому можно быть уверенным, что, даже если термоядерные станции на дейтерий-тритиевом горючем заработают, ученые, предоставив инженерам доводить эффективность реакторов до предела, продолжат свои поиски. В самом деле, чтобы твердо гарантировать энергетическую безопасность человечества, надо заставить гореть в реакторе чисто дейтериевую плазму. Возможно, окончательный успех будет достигнут на установках лазерного термоядерного синтеза (см. «Химия и жизнь», 2005, □ 7). А может быть, найдется революционное решение на пути так называемого мюонного катализа термоядерных реакций — когда мюон, частица с зарядом, равным электрону, но с массой в 207 раз большей, чем у электрона, связывает два ядра дейтерия (или ядра дейтерия и трития, или два ядра трития) в мезомолекулу, в которой ядра оказываются на таком близком расстоянии, что становится возможным их слияние посредством туннелирования под энергетическим электростатическим барьером и выделение энергии. К сожалению, пока слишком большие энергозатраты на производство мюонов не позволяют энергетически замкнуть этот вид УТС. Не исключено, что найдет применение и идея использования лунного гелия-3 для получения энергии в его реакции с земным дейтерием, которую пропагандирует академик Э.М.Галимов.

Как всякий масштабный проект, УТС вообще и ИТЕР в частности имеют множество недоброжелателей — эти исследования отвлекают-де умы и средства от освоения уже известных альтернативных источников энергии, и вообще нет гарантии, что термоядерная электростанция когда-нибудь заработает. Но похоже, именно здесь придуманный древними универсальный принцип — *in dubio abstine*, в сомнении воздержись — неудачен как никогда. Лучше потратить лишние миллиарды, чем уходить, не попытавшись предложить будущим поколениям кардинального решения не ими созданных проблем. А может быть, все еще и получится.



## АНАЛИЗ ПОТЕПЛЕНИЯ ПО ВИНУ

Голландские ученые нашли источник информации о вкладе той или иной местности в антропогенную эмиссию углекислого газа. Это — марочное вино.

Sanne W.L. Palstra,  
s.w.l.palstra@rug.nl

Один из способов вычислить объем углекислого газа, который выделился при сжигании ископаемого топлива, — измерить вариации содержания радиоактивного изотопа  $^{14}\text{C}$  в тканях растения. Дело в том, что количество  $^{14}\text{C}$  в атмосфере прежде всего от солнечной активности. А в ископаемом топливе весь радиоактивный углерод давно распался. Чем больше сжигают такого топлива, тем меньше будет этого изотопа в растении, которое поглощает углекислый газ из атмосферы. Этим методом можно восстановить историю сжигания топлива в какой-либо местности, если точно знаешь, что изучаемый материал происходит из нее.

Ученые из Центра исследований изотопов при Гронингенском университете нашли источник надежных данных. Это марочное вино, на бутылках которого стоит клеймо вроде «место происхождения проконтролировано», а также, разумеется, год сбора урожая. Измеряя содержание  $^{14}\text{C}$  в вине, можно точно установить, сколько во время созревания этого винограда люди сжигали ископаемого топлива.

«С помощью коллег и добровольных помощников мы собрали 160 бутылок вина из разных регионов Европы и построили неплохую карту изменения потребления ископаемого топлива на всем континенте», — говорит участница работы Санне Палстра.

Для проведения анализа ученым понадобилось отлить по 100 мл из каждой бутылки. Остальное пришлось выпить. Чтобы не испортилось.

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

## ХОЛОДИЛЬНИК ДЛЯ ГЛЕТЧЕРА

Немецкие ученые нашли способ спасения альпийских ледников.

Hans-Joachim Fuchs,  
hans.fuchs@uni-mainz.de

Высокогорные ледники оказались в числе первых жертв глобального потепления — их площадь стремительно уменьшается. Это плохо со всех точек зрения: мало того что страдает красота горных ландшафтов, но к тому же иссякает источник питьевой воды, поивший огромные территории. «Конечно, хорошо бы найти глобальный механизм прекращения потепления, но ледники могут такого решения не дожидаться. Поэтому мы решили действовать немедленно», — рассказывает доктор Ганс Иоахим Фукс из Майнцкого университета им. Иоганна Гутенберга.



Вместе с группой своих студентов он в августе 2008 года установил на Ронском леднике так называемый ветровой экран — полосу ткани шириной пятнадцать и высотой три метра. Этот экран задерживал холодный воздух, который движется вблизи поверхности ледника. В результате ночью воздух в защищенной зоне оказался на 1,5–2 градуса холоднее, чем в окрестностях. Ученые не смогли померить температуру льда, но его поверхность у экрана весь день оставалась твердой, в то время как вне его зоны кристаллы льда плавильсь на солнце. «Конечно, наш экран маленький. Однако полученные результаты дают простор для новых идей», — говорит доктор Фукс.

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

## «ЗВЕЗДНЫЕ ВОЙНЫ», ЭПИЗОД I

Британский аспирант сконструировал робота в виде гибрида перекач-поля и кузнечика.

Rhodri Armour,  
R.H.Armour@bath.ac.uk

«Робот для исследований планет Солнечной системы должен уметь легко преодолевать препятствия. Чтобы найти решение, я обратился за помощью к природе», — говорит Родри Армор, аспирант из Батского университета. В результате у него получилась конструкция в виде шара из согнутых спиц, посреди которой на оси висит тело робота. Обычно робот катится по исследуемой местности. При необходимости он медленно сжимает спицы, а потом подобно кузнечичу резко их расправляет и взлетает на высоту в полметра. Поскольку робот небольшой, весит всего один килограмм, при приземлении он не может себя покалечить.



В будущем на спицы натянут эластичную кожу с солнечными батареями, чтобы робот мог сам добывать себе энергию, и оснастят датчиками для ориентировки на местности. Наверное, запаса его прыгучести хватит еще и для того, чтобы нести какие-то полезные приборы вроде телекамер, спектрометров и манипуляторов. Иначе зачем посылать такого робота за миллионы километров от дома?

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

## СОТОВЫЙ ПРОТЕЗ

Британские материаловеды сделали прочную искусственную кость из керамики.

Пресс-секретарь  
Peter Dunn,  
p.j.dunn@warwick.ac.uk

Чтобы получить имплантат, способный превратиться в настоящую костную ткань, его надо сделать из непрочной губки. А прочный имплантат можно сделать только из металла, который в костную ткань никогда не превратится. Способ разрешить это противоречие нашли ученые из Уорвикского университета во главе с доктором Кайалом Маликом.

С помощью того же метода, каким химики делают носители для катализатора, они изготовили керамические заготовки из фосфата кальция, которые были пронизаны регулярно расположенными шестигранными порами. Хирург из такой заготовки может легко сделать имплантат нужной формы. В открытых порах, пронизывающих материал, легко распространяются клетки костной ткани, а внутри искусственной кости могут даже образоваться кровеносные сосуды. Самое же интересное, что прочность имплантата не уступает настоящей кости. Доктор Малик считает, что новый высокопрочный материал вполне подойдет для изготовления позвоночных дисков и коленных суставов. Главное — найти партнера, который выведет сотовый протез на рынок.



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

### ПАМЯТЬ ВАН-ДЕР-ВААЛЬСА

*Нанотехнологи из Великобритании придумали новую конструкцию памяти: на движущихся нанотрубках.*

Elena Bichoutskaia,  
elena.bichoutskaia@  
nottingham.ac.uk

Основоположник нанотехнологии Эрик Дрекслер считал, что в нанокomпьютерах будут использоваться скорее не электрические, а механические элементы. Приблизиться к этой мечте позволяет проект, которым занимаются ученые из Ноттингенского университета во главе с доктором Еленой Бичуцкой. А цель этого проекта — создать постоянную компьютерную память на двухслойных нанотрубках.

В толстую нанотрубку, закрепленную на электроде, вставлена тонкая, меньшей длины. При подаче электрического сигнала тонкая нанотрубка выдвигается из толстой, дотягивается до второго электрода, замыкает цепь и остается в этом положении, удерживаемая ван-дер-ваальсовыми силами. Новый сигнал может вернуть трубку в исходное состояние. Получается, что каждая такая пара — это один бит, который равен либо 0, либо 1, причем плотность записи с учетом ангстремных диаметров нанотрубок оказывается колоссальной. Главная же проблема в том, чтобы такие двойные трубки наделать в достаточном количестве и равномерно закрепить на электроде.

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

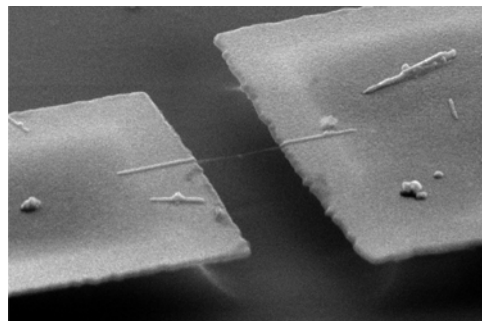
### АТОМНЫЙ ВЕС ВЗЯТ!

*Испанские нанотехнологи сконструировали весы, способные взвесить один атом.*

Пресс-секретарь Merce Fernandez,  
gprensa@csic.es

Устройство, собранное группой исследователей во главе с Адрианом Бачтолдом учеными из каталонского Исследовательского центра по нанонауке и нанотехнологиям, представляет собой углеродную нанотрубку, натянутую подобно струне между двумя электродами. Если какая-то молекула прилипнет к нанотрубке, то частота ее колебаний изменится, и это изменение будет связано с весом молекулы. При комнатной температуре чувствительность прибора составляет 25 центограмм ( $10^{-21}$  грамма), а в жидком гелии повышается до 1,4 центограмма.

В принципе такой нанотрубкой можно измерить вес молекулы с точностью до атома. Однако испанские ученые не хотят останавливаться на достигнутом и планируют в ближайшее время поднять чувствительность в тысячу раз, до 0,001 центограмма. Этого хватит для измерения веса отдельного нуклона. Таким прибором можно будет проводить тончайшие исследования, например, проследить, как прицепившуюся к нанотрубке молекулу покидает атом водорода.



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

### АЛЬБУМИНОВЫЕ ВОЛОКНА

*Ученые из Израиля методом электроспиннинга сделали волокна из глобулярного белка.*

Arie Admon,  
admon@tx.technion.ac.il

Электроспиннинг — один из самых модных методов биотехнологии. С его помощью получают нановолокна из всевозможных белков, которые потом служат субстратом для тканевой инженерии (см. «Химию и жизнь», 2008, □11). Какие только белки не удалось ученым раскатать в нити — даже гемоглобин! Однако чем больше разных волокон окажется в руках у материоловеда, тем шире у него будут возможности. Ведь волокна сильно различаются и по прочности, и по другим свойствам. Поэтому биотехнологи постоянно ищут новые белки для создания волокон и композитных субстратов из них, на которых можно выращивать живые ткани.

Например, ученые из Израильского института технологий сумели расплести глобулярную структуру бычьего альбумина и спрясть из него неплохие нановолокна. Вообще-то этот белок отлично растворяется в воде. Однако при переходе в линейную форму его молекулы соединились друг с другом прочными сульфидными мостиками, поэтому нити получились нерастворимыми и довольно прочными. Предполагается, что тампоны и повязки из этого биоразлагаемого материала помогут хирургам быстро останавливать кровь в ранах. Потом на волокнах нарастут клетки кожи или соединительной ткани, сами волокна рассосутся — и удастся избежать образования как больших шрамов от кесарева сечения, так и малых, при косметических операциях.



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

### ОЗОН ПРОТИВ ДЕРЕВЬЕВ

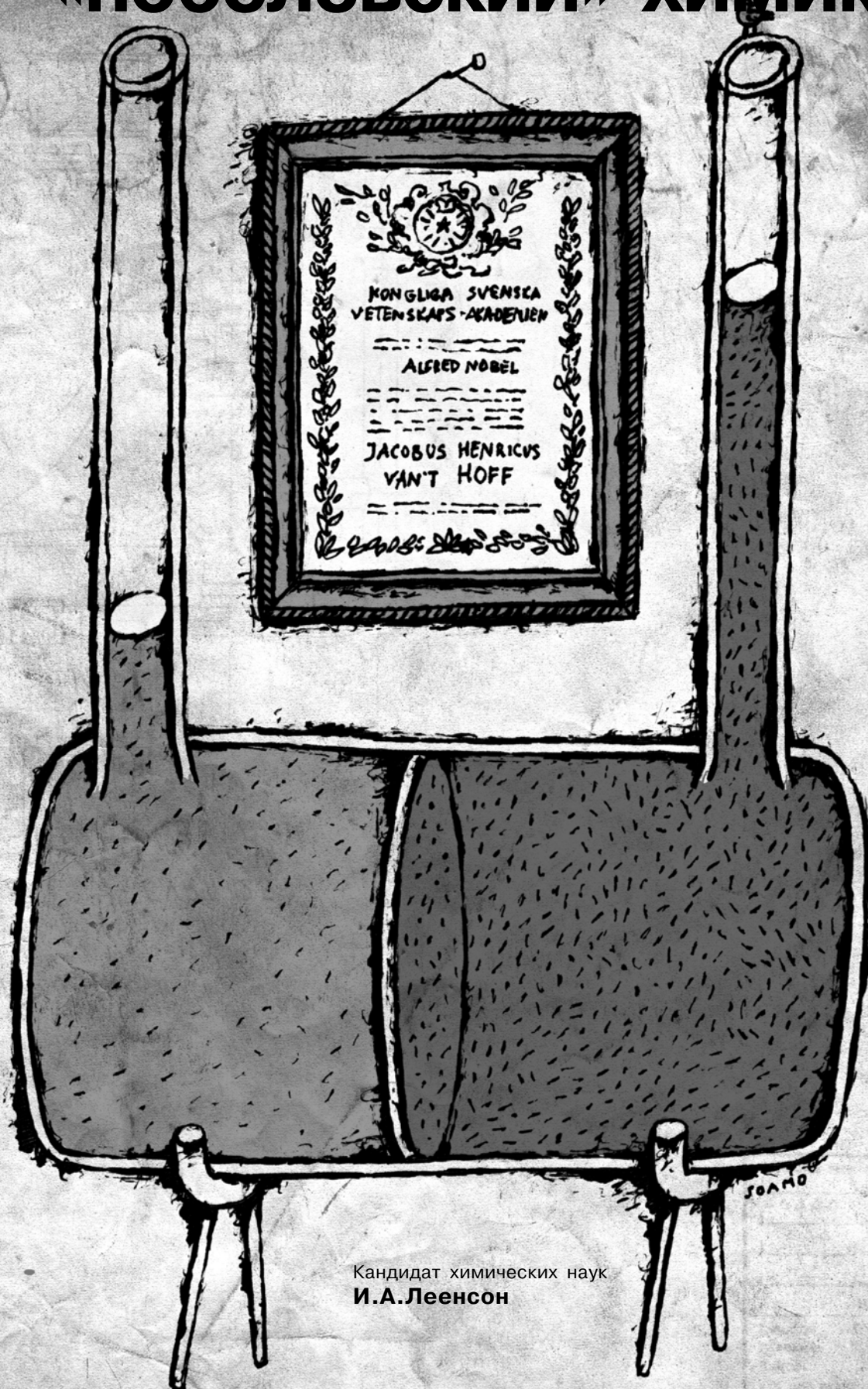
*Американские химики подсчитали, что приземной озон сократит скорость роста деревьев на 10% к 2100 году.*

Victoria Wittig,  
wittig@illinois.edu

С начала промышленной революции возросло не только содержание углекислого газа в атмосфере: в четыре раза увеличилась концентрация приземного озона. Считается, что этот газ образуется при фотохимической реакции оксидов азота с продуктами неполного сгорания органического топлива. Естественно ожидать, что, во-первых, он как-то влияет на живые существа, а во-вторых, что его концентрация и дальше будет расти.

Исследовательница из Центра исследований атмосферы Иллинойского университета Виктория Виттиг проанализировала данные более чем 250 публикаций в рецензируемых журналах и получила такую оценку: сейчас скорость образования биомассы деревьев на 7% меньше, чем в 1800 году. А если темп роста озона сохранится, то к 2100 году биомасса станет расти еще на 10% медленнее. Причем широколиственные деревья страдают больше, чем хвойные. Все это значит, что озон, и сам по себе парниковый газ, вносит дополнительный вклад в глобальное потепление, поскольку мешает деревьям утилизировать  $\text{CO}_2$ .

# Вант-Гофф: первый «нобелевский» химик



Кандидат химических наук  
**И.А.Леенсон**



*J. H. van't Hoff.*

*Читатели-химики давно обижаются на нас, что мы стали слишком много писать о биологии. Сходные претензии у них и к Нобелевскому комитету, который постоянно отдает премии по химии биохимикам и биологам. Чтобы представителям «классической» химии легче было ждать заслуженного признания, мы решили начать публикацию цикла статей о самых замечательных химиках XX века — лауреатах Нобелевской премии.*

**И**стория химии знает немало гениев; достаточно вспомнить такие имена, как Лавуазье или Менделеев. Но вряд ли найдется другой зарубежный химик, статья о котором в отечественной энциклопедии начиналась бы так: «Вант-Гофф, гениальный химик (1852–1911)». Автор этой статьи – известный ученый, будущий советский академик Владимир Александрович Кистяковский. А единственный наш нобелевский лауреат по химии, академик Н.Н.Семенов, посвятил свой труд, за который и получил премию, «памяти Сванте Аррениуса и Якоба Вант-Гоффа». Чем же заслужил Вант-Гофф такую честь?

## Жизнь гения

Якоб Хенрик Вант-Гофф родился 30 августа 1852 года в Роттердаме, на родине знаменитого голландского гуманиста Эразма. Он был третьим ребенком в семье Якоба Хенрика-старшего и Алиды Якобы Колфф. Всего же у них было семеро детей, но двое умерли в младенчестве. Когда маленькому Хенри (именно так называли его в семье, и так он потом подписывал свои письма) было три года, его старшая сестра заболела туберкулезом и вскоре умерла. Эта же болезнь сведет в могилу и самого ученого, в самом расцвете его творчества.

Семья жила в фамильной усадьбе «Хот Хоф», принадлежавшей старому нидерландскому роду, который ныне прослеживает свою родословную не менее чем на десять поколений. Многие предки ученого занимали высокую должность городского головы. Фамилия в разные времена писалась по-разному: van't Hof, Van t hof и т. п. Следует отметить, что приставка «ван» к голландским фамилиям, произведенным от названия местности, соответствует немецкой «фон», но в отличие от нее не может считаться признаком дворянского происхождения. Отец Вант-Гоффа, врач по профессии, преклонялся перед классиками английской литературы – Шекспиром, Бернсом, Байроном. Семейными вечерами отец читал вслух по-английски, и все члены семьи с книжками в руках следили за текстом. Любовь к Байрону Вант-Гофф сохранил на всю жизнь; портрет поэта всегда висел в его спаль-

не, а стихи его мог цитировать наизусть. Более того, он старался перечитать все, что в свое время читал Байрон, а одно время серьезно думал целиком посвятить себя поэзии.

Первая половина жизни будущего нобелевского лауреата не была богата успехами. Но уже с детства он проявлял замечательные способности и тягу к естественным наукам, к растительному и животному миру. Это не мешало ему брать в школе первые призы за пение и игру на фортепиано. Примечательно, что в его школе не было латинского и греческого языка – бича школьников всего мира в течение столетий. Оказалось, что можно стать великим ученым и без знания древних языков!

Зато в школе начались занятия химией. Магия химических опытов настолько очаровала юного Хенрика, что он со своим приятелем А.А.В.Хубрехтом, который был младше его на полгода и приходился учителю химии племянником, не раз прокрадывался по воскресеньям в новое здание школы, чтобы «продолжить» в кабинете химии то, что им рассказывали и показывали на уроках. Наконец школьный сторож не выдержал и доложил о проделках директору. Результат был замечательный: родители позволили перенести эксперименты домой. Чтобы заработать деньги на реактивы и оборудование, вход на «лекции» с демонстрацией эффектных опытов для родителей и товарищей был сделан платным! Кстати, Амброзий Арнольд Виллем Хубрехт (1853–1915) тоже стал известным ученым, профессором зоологии и убежденным дарвинистом, который в 1891 году открыл на Суматре (голландская колония) останки так называемого мохнатого ящера, который не может быть отнесен ни к одному из видов живущих в настоящее время животных.

Показателен смелый ответ семнадцатилетнего Вант-Гоффа на выпускном экзамене. Когда директор спросил его, как далеко может продвинуться синтетическая химия, экзаменуемый сказал, что химики смогут синтезировать живую клетку! Кстати, в конце жизни ученый решил заняться ферментативными реакциями и фотосинтезом. Преждевременная смерть помешала осуществлению этих планов.

После окончания школы в 1869 году Вант-Гофф едет в находящийся неподалеку (час езды на лошадах) небольшой городок Делфт, родину знаменитого художника Вермера. Там он поступает в политехническую школу, из которой вышло много чиновников для ост-индских колоний. Но Хенрик хочет стать химиком и в июле 1871 года получает диплом химика-технолога, пройдя трехлетний курс за два года. Биографы отмечают необычное качество будущего нобелевского лауреата: всеми своими успехами он обязан выдающемуся руководителю – самому себе! Он умел сам находить дорогу в науке, а если это требовалось – изучал новые для себя области; так, он самостоятельно освоил дифференциальное и интегральное исчисление.

Полученный в техникуме диплом тоже пригодится. В будущем, когда Вант-Гофф станет безработным (и такой период был в его жизни), он даст объявление о частных уро-



ках, которое подпишет: «Вант-Гофф, технолог». Однако промышленная химия его не вдохновила. Зато он с увлечением занимался столярным делом. «Производственную практику» он прошел во время каникул на сахарном заводе. И Хенрик понял, что профессия технолога для него скучна. А вот стать химиком-ученым он мечтал. Однако родители были против. Они считали, что целесообразней было бы заняться торговым делом. Да и профессии химика-исследователя в то время не было! В этой связи можно вспомнить, что, когда знаменитый в будущем немецкий химик Юстус Либих на вопрос учителя ответил, что хочет стать химиком, и учитель, и весь класс громко рассмеялись. Это прозвучало, примерно как если бы сейчас школьник сказал, что хочет выбрать профессию филателиста.

Начал Вант-Гофф с того, что поехал в близлежащий Лейден (в маленькой Голландии все было недалеко), чтобы поступить в университет. Но оказалось, дорога туда ему закрыта: для поступления требовалось свидетельство о сдаче экзаменов по греческому и латинскому языкам. Аналогичное положение было и в России. Так называемые реальные училища должны были готовить к работе в различных отраслях промышленности и торговли; в их программах гуманитарные общеобразовательные предметы были сокращены, за счет чего усилены математика, естествознание, технические предметы. Но в университеты выпускников этих училищ не принимали. С огромным трудом Вант-Гоффу все же удалось поступить в университет – благодаря специальному разрешению голландского министра народного просвещения.

Проучился Вант-Гофф в Лейдене всего год, сдав в июне 1872-го кандидатские экзамены по математике и физике. Ему исполнилось всего 20 лет, и это был типичный голландец: несколько выше среднего роста, высокий лоб, красиво очерченное лицо, умные живые глаза. Студенческие удовольствия его мало занимали. «Ни пиво, ни клуб, ни студенческая жизнь не могут оказать на меня особо сильного влияния», – пишет он отцу. Исключительно скромный и молчаливый, Вант-Гофф был мало замечен в шумной студенческой компании. К этому времени окончательно сформировалось его решение целиком посвятить свою жизнь химии. Лейден в этом отношении мало что мог ему предложить, и Вант-Гофф едет в Бонн, к знаменитому Фридриху Августу Кекуле, который тогда находился в зените своей славы и вскоре стал ректором Боннского университета. К тому времени Кекуле уже сформулировал принцип валентности химических элементов и четырехвалентности углерода в частности, вывел общую формулу предельных углеводородов, предложил циклическую формулу для молекулы бензола (самое знаменитое его открытие), осуществил превращение природной яблочной (гидроксиянтарной) кислоты через ее бромид в оптически неактивную яблочную кислоту, сделал другие выдающиеся работы. Да и сам Боннский университет, как отмечено в энциклопедии Брокгауза и Ефрона, составлял «главную славу Бонна», поскольку был «одним из лучших и многолюднейших во всей Германии». Университет располагался в большом дворцовом замке прежних курфюрстов и имел прекрасную библиотеку.

На первых порах Вант-Гофф чувствовал себя не очень уютно: только что закончилась война с Францией, Германия объединилась в мощную империю и студенты считали Голландию одной из немецких провинций. Но вот начались занятия, и настроение Хенрика сразу улучшилось. «Лаборатория – храм, – пишет он отцу, – вызывающий чувство преклонения... У меня прекрасное место в лаборатории. Нас работает по органической химии 12 человек, и я принадлежу к тем, которые ищут нечто новое, так что каждый день может стать моим самым счастливым днем. Я работаю весьма напряженно, часто без перерыва с 9 часов утра до 6 вечера»

Скромный студент пошел на неслыханную дерзость: он отказался от темы, предложенной мэтром, и выбрал другую, которая соответствовала его идеям. Работа была опасной, о чем свидетельствует следующее письмо домой: «Природа таит в себе... свои химические тайны и увлекает меня, как опасный партнер в шахматной игре, в угол... где ненадежно. Я работаю теперь с веществом, которое не может переносить ни воды, ни света, ни влажности, чтобы не превратиться в ядовитые пары, но я принял твердое намерение что-нибудь открыть». Как всегда, Вант-Гоффа не покидало чувство юмора. В другом письме он пишет: «Я убежден, что, если мне удастся совершить работу в области химии и создать себе имя, я над этим тоже буду улыбаться».

Первая работа Вант-Гоффа «Синтез пропионовой кислоты» была опубликована в 1873 году в одном из самых престижных химических журналов того времени — «Записках Немецкого химического общества», знаменитых «*Berichte*». Пропионовая кислота была известна уже более 30 лет, существовало несколько методов ее получения, но синтез Вант-Гоффа оказался новым и оригинальным: он получил пропионовую кислоту нагреванием смеси оксалата калия с этилатом натрия. Кекуле, сменив гнев на милость, дал молодому химику очень хорошую рекомендацию и посоветовал поработать в еще более престижном месте. А пока, пробыв три месяца в Утрехте, крупном голландском центре в 30 км от Делфта, Вант-Гофф сдает экзамен на докторскую степень в знаменитом Утрехтском университете, из стен которого вышло 12 нобелевских лауреатов!

Рекомендация Кекуле открывала дорогу в новый мировой центр органической химии – парижскую лабораторию Шарля Адольфа Вюрца, к тому времени сделавшего ряд блестящих открытий, самое известное из которых, реакция Вюрца, упоминается даже в школьных учебниках. В лаборатории Вюрца в Высшей медицинской школе Вант-Гофф синтезировал циануксусную и малоновую кислоты. По этим результатам он защитил в Утрехте в конце 1874 года докторскую диссертацию. Не менее важными были оживленные дискуссии с коллегами Вюрца, обсуждение с ними новых идей Кекуле и Пастера о четырехвалентности углерода и о симметрии в химии, знакомство с молодым французским химиком Жозефом Ашилем Ле Белем. Все это много дало для дальнейших успехов Вант-Гоффа.

Нужно было думать о дальнейшей карьере. На торжественном обеде по случаю защиты оппонент Вант-Гоффа знаменитый голландский физиолог Франс Корнелис Дондерс воскликнул: «В людях, подобных вам, Голландия испытывает острую нужду». Но родина не спешила воплотить это пожелание в жизнь: долгое время свежеспеченный доктор наук, в будущем прославивший Голландию, оставался без работы. Все усилия найти даже скромное место в Бреде, Дордрехте и Леувардене были тщетны; не помогали и усилия родителей. Вероятно, они не раз за это время вспоминали, как предупреждали сына: химия – не профессия. Директор школы в городе Бреде на юге Голландии, куда Вант-Гофф пытался устроиться учителем, заявил: «Это человек не для Бреды. Он производит впечатление изобретателя... Коллеги протестуют против его принятия». Остается только гадать, что подумал сам Вант-Гофф, узнав об этом отзыве спустя 40 лет. А пока он вынужден дать объявление о частных уроках по химии, физике и другим наукам. Одновременно ему разрешено заниматься в химической лаборатории Утрехтского университета, но отказано в кафедре неорганической химии. Наконец в сентябре 1876 года благодаря ходатайству Христиана Бейс-Балло, известного голландского метеоролога и профессора физики того же университета, Вант-Гофф был избран доцентом ветеринарной школы в Ут-



рехте. Директор школы Мак-Гиллаври подружился с молодым химиком и даже брал у него частные уроки химии.

В Утрехте Вант-Гофф провел три года, за которые написал двухтомный труд с необычным названием «Взгляды на органическую химию» («*Ansichten über die organische Chemie*») и основополагающую работу по стереохимии. В это же время Голландию посетил бразильский император Педру II, который встретился с Вант-Гоффом и очень заинтересовался его моделями молекул. По его мнению, такие модели следовало продавать как детские игрушки, чтобы пробудить в детях интерес к химии!

Стараниями Вюрца и профессора химии Яна Виллема Гуннинга Вант-Гофф летом 1877 года был приглашен в Амстердамский университет для чтения лекций. И уже через год он стал университетским профессором химии, минералогии и геологии. Это дало возможность подумать о семье. И в 1878 году он женился на дочери роттердамского купца Йоханне Франсине Мес, которую давно любил. Брак оказался счастливым, жена была ему верным другом более 30 лет. В семье родились две дочери и два сына. В Амстердаме Вант-Гофф проработал 18 лет, опубликовав ряд основополагающих работ. Известность его быстро росла. В декабре 1889 года он стал академиком – был избран почетным членом Немецкого химического общества. Таким образом он вошел в плеяду самых блестящих химиков, первыми из которых были Либих, Вилер и Берцелиус. За время работы в Амстердаме Вант-Гофф получил множество приглашений от иностранных университетов, но все их отклонил.

В марте 1896 года Вант-Гофф переезжает в Берлин, где становится профессором Берлинского университета. Известность его была настолько велика, что в день 25-летия защиты докторской диссертации он получил телеграмму такого содержания: «Известному во всем мире голландцу, основателю стереохимии, в сегодняшний день теплое приветствие приносят чиновники амстердамского телеграфа». В дни празднования 200-летия Берлинской академии наук Вант-Гофф знакомится с Д.И.Менделеевым. Сохранилась фотография, на которой вместе с Вант-Гоффом и Менделеевым можно видеть таких известных ученых, как Ф.Ф.Бейльштейн, У.Рамзай, А.Байер, К.А.Винклер, Г.Г.Ландольт и другие.

В 1901 году Вант-Гофф избран президентом Немецкого химического общества. В этом же году он посетил США. Поездка в корне изменила его отношение к этой стране, которую он прежде считал местом, пригодным лишь к «погоне за долларами». На одном из банкетов он, сидя рядом с Рокфеллером, долго с ним беседовал. И поразился тем суммам, которые этот богатейший человек жертвует университетам «не из-за каприза», а считая это своим долгом. «Через 50–100 лет Америка в научной области будет нам серьезным конкурентом», – писал Вант-Гофф. И он не ошибся: к концу 1970-х годов США догнали Германию по числу Нобелевских премий по химии, а еще через 25 лет вдвое превзошли ее (по физике — уже к 1950 и к 1970 гг. соответственно, см. статью «Кто впереди по Нобелевским премиям» в □ 5 за 2008 год). Поразило его и множество женщин в американских университетах: из получивших диплом в Чикагском университете их было больше половины. В Германии (и, кстати, в России) такое было невозможно. И Вант-Гофф делает далеко идущие выводы: «В том обстоятельстве, что так много женщин посещает университеты и так часто посвящает себя всецело науке и искусству, я вижу будущность страны. Они будут содействовать развитию любви к наукам и искусствам в Америке, они разовьют ее в своих детях, сделают ее доступной своим мужьям, всецело занятым делом».

Известие о присуждении первой Нобелевской премии застало Вант-Гоффа в США. Ему еще не было 50, живы



## ХИМИКИ — НОБЕЛЕВСКИЕ ЛАУРЕАТЫ

были также его родители. Мать, которой шел 81-й год (она вскоре овдовела), восприняла известие со смешанным чувством. Она считала, что такие большие деньги должны идти прежде всего на поддержку нуждающимся ученым. «*Verwende den Nobel-Preis in noble Weise*», – заканчивает она свое письмо сыну. То есть «Используй премию благородным образом», с игрой слов Nobel – noble (по одной из версий, сама фамилия «Нобель» происходит от латинского nobilis – благородный). В начале 1902 года свежеепеченный лауреат удостоился высочайшей чести – приглашения на ужин к кайзеру Вильгельму. Посещение дворца Вант-Гофф описывает со свойственным ему юмором. Так, возвращаясь домой и поскользнувшись в непривычных лакированных сапогах, он упал. «И вот я сижу на мостовой со всеми своими орденами и цилиндром при лунном освещении».

И еще одно свидетельство мировой славы ученого. В последнем своем письме 85-летний отец пишет ему, что получил фотографию сына на церемонии награждения, присланную кем-то из Стокгольма и адресованную «Вант-Гоффу, доктору медицины». Слава сына распространилась и на родителей. Как писал Якоб Хенрик-старший, этот случай напомнил ему письмо, которое, по преданию, получил другой знаменитый голландец по адресу: Европа, Бургаве. (Герман Бургаве (1668—1738) – голландский химик, ботаник и врач, профессор Лейденского университета.) А популярность Вант-Гоффа достигла таких размеров, что его имя печатали на упаковке сигар. В марте 1902 г. Вант-Гофф читает лекцию в Лондоне, через два года его снова приглашают в США, еще через два он едет в Италию. Через несколько лет Вильгельм награждает его большой золотой медалью.

В начале 1907 года, в расцвете славы, Вант-Гофф заболевает туберкулезом легких. В то время это был приговор. Но хорошие условия и адекватное лечение могли отодвинуть конец. К концу октября он поправляется, однако с тех пор каждое лето он проводит в санатории. И со скрупулезностью экспериментатора записывает: «Ищу на собственной температуре то повышение температуры, которое вызывает различная деятельность: домашняя работа 0,6°, немного пива 0,5°, несколько минут в чужом обществе 0,4°, лекции 0,3°, длительное заседание 0,2°». Отсюда видно, насколько трудной была для него та или иная деятельность.

Последние годы ученого были омрачены рядом неожиданных смертей: 2 мая 1908 года застрелился зять, 6 октября того же года умер младший брат, работавший врачом в Роттердаме. За ними последовала 88-летняя мать, многие близкие и друзья. Как будто эти утраты отнимают и его жизненные силы. В середине декабря 1910 года он слег, чтобы уже не встать. Как пишет один из биографов Вант-Гоффа, «судьба избавила его от страданий, которых он боялся всю жизнь. Тщательный уход жены позволил ему отредактировать последние корректуры. Юмор не оставлял его до последнего часа». А вот свидетельство врача: «Станным образом болезнь имела такое же течение, как и болезнь много лет назад умершей сестры,

которую он так любил. В обоих случаях лишь слабое выделение мокроты, всегда без крови, лишь мало мучающий кашель, почти никакого пота ночью и регулярное лишь малое повышение температуры». Перед рассветом 1 марта 1911 года Вант-Гофф потерял сознание, и вскоре его сердце остановилось.

## Первое открытие: химия в пространстве

В соответствии с официальной формулировкой, Вант-Гофф получил Нобелевскую премию «за открытие законов химической динамики и осмотического давления в растворах». Но мы сначала расскажем о первом, не менее важном открытии, с которого началась современная стереохимия. В сентябре 1874 года мало кому известный 22-летний химик удивил своих голландских коллег небольшой 11-страничной брошюрой с очень длинным названием, которое в переводе с голландского звучит так: «Предложение изображать в пространстве современные структурные химические формулы вместе с примечанием об отношении между оптической вращательной способностью и химическим строением органических соединений». Автор из скромности поставил свое имя не на титульном листе, а в самом конце. Вот что сам он писал о том, как подошел к открытию: «Когда я в свое время в утрехтской библиотеке изучал работы Вислиценуса о молочных кислотах, я прервал изучение на полпути и совершил прогулку. И вот во время этой прогулки под влиянием свежего воздуха во мне возникла мысль об асимметрическом углеродном атоме». Примечательно, что это далеко не единственное свидетельство выдающихся ученых о том, как свежие идеи приходят им в голову во время прогулок.

Впоследствии оказалось, что его друг по лаборатории Вюрца Ле Бель пришел к таким же выводам, хотя и на основании более абстрактных представлений. Примечательно, что между двумя учеными никогда не было и намека на спор о приоритете. Это был редкий случай, когда оба считали, что «наука движется не именами, а фактами».

Трудно сказать, как быстро идеи Вант-Гоффа дошли бы до большинства химиков, если бы Бейс-Балло не перевел брошюру на французский язык и не издал ее под кратким и емким названием «Химия в пространстве» (Роттердам, 1875). Вант-Гофф предложил тетраэдрическую модель атома углерода, известную теперь всем школьникам. Из этой модели немедленно следовала возможность пространственной асимметрии: «В случае, когда четыре сродства атома углерода насыщены четырьмя различными одновалентными группами, можно получить два и только два различных тетраэдра, которые представляют собой зеркальное отражение один другого и мысленно никак не могут быть совмещены, то есть мы имеем дело с двумя структурными формулами в пространстве».

Это было началом нового этапа в развитии органической химии. В письме Вант-Гоффу химик-органик, профессор Вюрцбургского университета Йоханнес Вислиценус писал: «Я хотел бы получить согласие на перевод вашей статьи на немецкий язык моим ассистентом доктором Германом. Ваша теоретическая разработка доставила мне большую радость. Я вижу в ней не только чрезвычайно остроумную попытку объяснить до сих пор непонятные факты, но верю также, что она в нашей науке... приобретет эпохальное значение». Того же мнения придерживался и химик-органик Адольф фон Байер, профессор Мюнхенского университета, будущий нобелевский лауреат. Прочитав статью, он сказал коллегам в своей лаборатории: «Тут действительно вводится в нашу науку хорошая новая мысль, которая принесет богатые плоды».

Вскоре появился и немецкий перевод — и грянула буря. Если некоторые химики просто посмеивались про себя,

то известнейший немецкий химик-органик, выдающийся экспериментатор и автор нескольких именных реакций, профессор Лейпцигского университета Адольф Кольбе разразился резкой до неприличия статьей в *Journal für praktische Chemie* с ехидным названием «Zeiche der Zeit» («Приметы времени»). Кольбе даже не удосужился отделить автора статьи от переводчика. Досталось и Вислиценусу. Вот что писал Кольбе:

«В недавно напечатанной статье я указал на отсутствие общего и основательного химического образования как на причину упадка, наблюдаемого теперь в химическом преподавании в Германии. Этот недостаток, которым во вред науке страдает значительное число наших профессоров химии, вызывает размножение приверженцев натурфилософии, желающей казаться ученой и плодотворной, в действительности же тривиальной и бессмысленной. Победенная пятьдесят лет тому назад духом чистого исследования природы, натурфилософия в настоящее время снова выпущена псевдоестествоиспытателями из чулана, предназначенного для хранения отбросов человеческого ума. Нарядив эту кокетку в модные одежды и покрыв ее лицо белилами и румянами, они хотят провести ее в порядочное общество, в котором для нее нет места.

Кому эти опасения покажутся преувеличенными, пусть прочтет (если может) недавно вышедшие фантастические сочинения господ Вант-Гоффа и Германа о расположении атомов в пространстве. Я умолчал бы об этом труде, как и о многих других, ему подобных, если бы один выдающийся химик не оказал этой затее своего покровительства, восхваляя ее как научную работу. Некому доктору Вант-Гоффу, занимающему должность в Утрехтском ветеринарном училище, очевидно, не по вкусу точные химические исследования. Он счел более приятным сестру на Пегаса (вероятно, взятого напрокат из ветеринарного училища) и поведать миру то, что узрел с химического Парнаса в своем смелом полете, — о расположении атомов во Вселенной... Раскритиковать это произведение хотя бы вполтину того, что оно заслуживает, невозможно, так как игра фантазии в нем лишена всякой почвы и совершенно непонятна трезвому исследователю... Настоящих исследователей поражает, как почти неизвестные химики берутся так уверенно судить о высочайшей проблеме химии — вопросе о пространственном положении атомов, который, пожалуй, никогда не будет решен... Стало уже приметой времени, что современные химики считают себя в состоянии всему дать объяснение, и если для этого недостаточно имеющихся опытных данных, то они хватаются за сверхъестественные объяснения. Вислиценус тоже считает допустимым такой подход к научным вопросам, который недалеко от веры в ведьм и духов... [Таких химиков] ...следовало бы исключить из рядов настоящих ученых и причислить к лагерю натурфилософов, совсем немногим отличающихся от спиритов».

Вант-Гофф ответил сдержанно, но не менее ехидно: «Такое поведение, к счастью, не может быть знаменем времени, а лишь служит для познания отдельного лица». По иронии судьбы после смерти Кольбе в 1884 году его кафедру занял именно Вислиценус. А стереохимические идеи Вант-Гоффа вошли в золотой фонд химической науки.

## Химическая динамика и равновесие

В 1867 году норвежцы К.Т.Гульдберг и П.Вааге сформулировали закон действующих масс: скорость химической реакции пропорциональна концентрации реагентов. В круг интересов химиков вошла теория изучения самого процесса — химическая динамика. В 1884 году Вант-Гофф публикует по-французски свои знаменитые «*Études de Dynamique chimique*» (в русском переводе — «Очерки по



химической динамике»). Эта книга на многие годы стала настольной для всех специалистов по химической кинетике (автор не разделял эти понятия). В следующем году выходит его книга о химическом равновесии. Таким образом Вант-Гофф вторгся в область физической химии. Для изучения скорости различных реакций он разделил их на моно- и бимолекулярные – по числу молекул, участвующих в элементарном процессе (отмечая, что более высокая «молекулярность» вряд ли возможна). Изучая зависимость скорости реакции от температуры, Вант-Гофф сформулировал эмпирическое правило, носящее его имя: при повышении температуры на 10 градусов реакция обычно ускоряется в 2–4 раза. (Более точная зависимость задается уравнением Аррениуса.) Вант-Гофф, используя свое блестящее знание математики, доказал закон действующих масс с помощью так называемого ящика Вант-Гоффа, описание которого можно найти в учебниках по физической химии. А в учебниках можно найти уравнение Вант-Гоффа — Аррениуса для расчета числа тройных столкновений. Важным вкладом стало предложение Вант-Гоффа оценивать реакционную способность веществ с помощью константы скорости: это перевело структурную химию с качественной основы на количественную.

Изучая скорость различных реакций, Вант-Гофф пишет о «возмущающих действиях», не позволяющих вывести простые кинетические закономерности – влияние изменяющейся в ходе процесса среды, объема и формы сосуда, его стенок. Позднее на эти указания Вант-Гоффа ссылались Н.Н.Семенов, разрабатывая теорию, по его выражению, «капризов» химических реакций, то есть цепную теорию.

В своих «Этюдах» Вант-Гофф рассматривает принцип подвижного равновесия и еще до Ле Шателье формулирует его так: «Всякое равновесие между двумя различными состояниями вещества перемещается при понижении температуры в сторону той системы, при образовании которой выделяется теплота». Опираясь на этот принцип, Вант-Гофф вывел уравнение зависимости константы равновесия от теплового эффекта реакции и температуры при постоянном давлении («уравнение изобары Вант-Гоффа»:  $\ln K/dt = -\Delta H/RT^2$  должны знать все студенты-химики). Аналогично записывается уравнение изохоры Вант-Гоффа, когда при постоянном объеме энтальпия  $\Delta H$  заменяется на внутреннюю энергию  $\Delta U$ .

## Теория растворов

В 1748 году французский аббат Жан Нолле обнаружил, что если горло сосуда со спиртом закрыть мембраной из свиного пузыря и опустить сосуд в воду, то вода, проникая в спирт, раздувает пузырь и он лопается. Это явление назвали осмосом (от греч. *osmos* – давление). То дополнительно давление, которое надо приложить к раствору, чтобы осмос прекратился, называется осмотическим. Осмотическое давление нетрудно измерить. Такие опыты были проведены еще в 1877 году немецким ботаником Вильгельмом Пфеффером (1845—1920). Мембранами служили перепонки из бычьего пузыря или неглазурованные глиняные сосуды. Осмос играет огромную роль в биологии; так, благодаря ему не высыхают клетки растений.

Качественно причина явления была понятна: молекулы одних веществ через перегородку проходят, а других – нет. Но количественные измерения не подчинялись каким-либо понятным закономерностям до 1887 года, когда Вант-Гофф, заинтересовавшись этим явлением, вывел формулу для зависимости осмотического давления от концентрации раствора. Она оказалась такой же, как и для давления идеального газа:  $P = cRT$ , где  $P$  – осмотическое давление,  $c$  – концентрация растворенного вещества (моль/л). Это означает, что осмотическое давление ра-

створа численно равно тому давлению, которое производило бы то же число молекул растворенного вещества, если бы оно в виде идеального газа занимало при той же температуре объем, равный объему раствора. Налицо полная аналогия с газовыми законами!

Формула Вант-Гоффа показала, что, измерив осмотическое давление, можно рассчитать молярную концентрацию и, следовательно, определить молекулярную массу растворенного вещества. Таким образом, явления осмоса дают химику еще одну возможность определить молекулярную массу неизвестного вещества. Этот метод особенно удобен для биомолекул с высокой молекулярной массой, поскольку он высокочувствителен: осмотическое давление всего 0,1%-ного раствора сахара равно примерно 0,07 атмосферы ( $7 \cdot 10^3$  Па). Столб воды при таком давлении поднимется на 70 см.

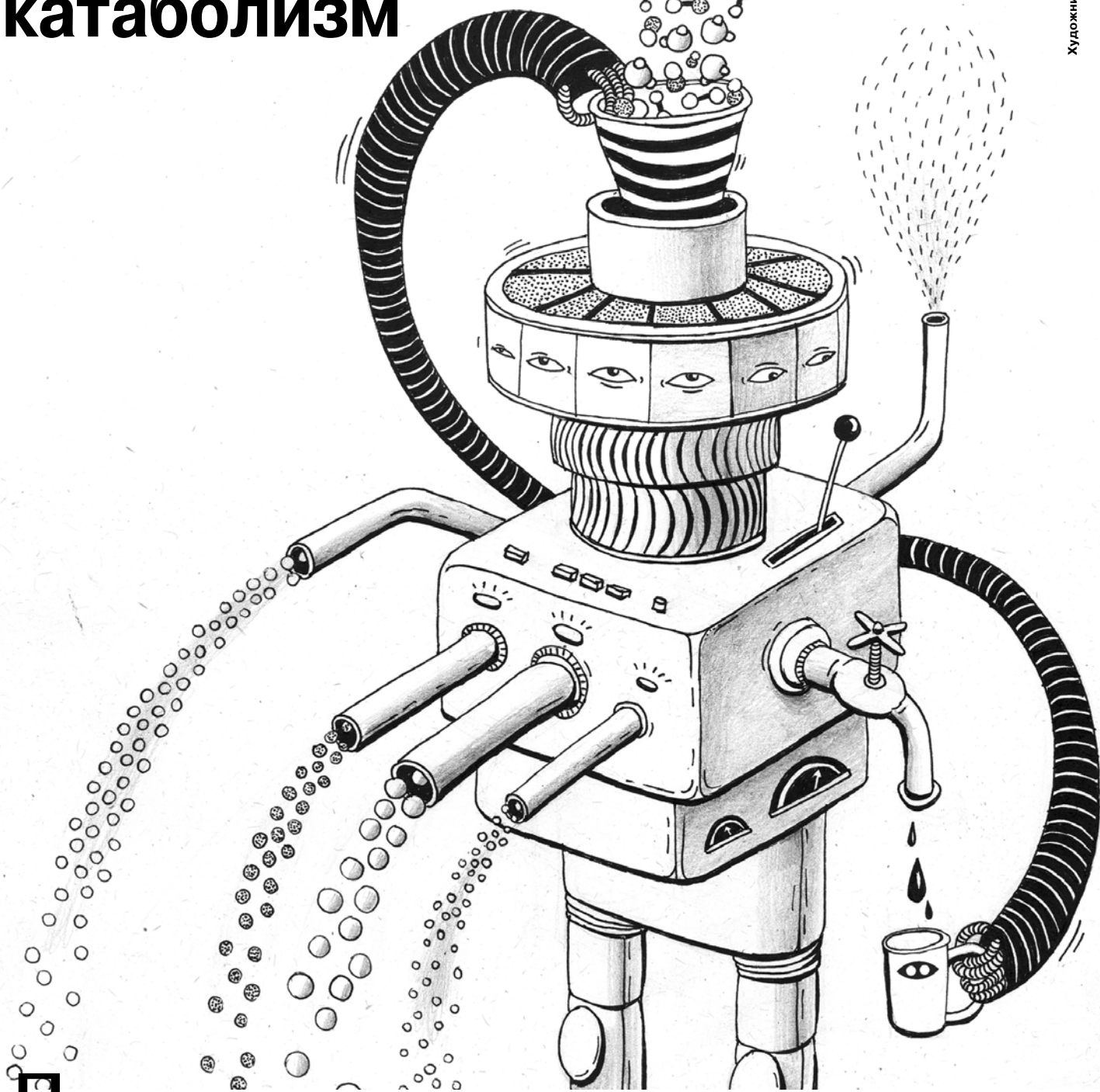
Важный вклад внес Вант-Гофф в теорию растворов. Он ввел в формулы так называемый изотонический коэффициент  $i$ , который равен 1 для разбавленных растворов неэлектролитов и сильно отличается от 1 для растворов электролитов. Разрабатывая пути экспериментального определения этого коэффициента, он указал на методы определения давления паров и понижения точки замораживания растворов. Как писал Д.И.Менделеев: «Найденное Вант-Гоффом численное соотношение между образованием паров и переходом в слабые растворы представляет весьма важное научное открытие, должное содействовать пониманию природы растворов, а осмотическое их давление составляет отныне весьма важную сторону изучения растворов». Позднее для растворов электролитов Сванте Аррениус покажет, что коэффициент  $i$  связан со степенью диссоциации электролита ( $\alpha$ ). Для константы диссоциации сильных электролитов Вант-Гофф предложил уравнение  $K = \alpha^2 c / (1 - \alpha^2)$ .

Вант-Гофф сделал многое и для теории равновесий в насыщенных солевых растворах. Он показал, что положение равновесия зависит не только от природы солей, но и от соотношения их концентраций, температуры, давления и даже от времени. С этих позиций он объяснил образование Страсбургских калийных отложений, которые формировались в определенном интервале температур, а также создал основы теории твердых растворов. Как отмечают в этой связи биографы, Вант-Гофф был неутомимым экспериментатором: его физико-химические исследования температуры превращения в сложных системах и исследования соляных осадков в океанах — классический образец научной работы. В его честь К.Куберский назвал минерал  $3\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$  вантгоффитом.

Вант-Гофф в течение жизни получил множество наград и почетных степеней, был избран членом многих научных обществ, в числе которых и Петербургская академия наук.



# Созидающий катаболизм



**Л**юбое существо живет благодаря обмену веществ — метаболизму. Оно поглощает вещества, необходимые для построения своего организма и выработки энергии, а отходы выводит в окружающую среду. Все процессы, связанные с образованием сложных соединений из более простых, называются анаболизмом. Распад веществ, предназначенных для получения энергии, отслуживших, вышедших из строя и избыточных, на-

зывается катаболизмом. Эти процессы неразрывно связаны друг с другом. Если бы в организме не синтезировались новые сложные соединения, распад имеющихся привел бы его к гибели. С другой стороны, без распада в теле накапливались бы поврежденные вещества, что также закончилось бы смертью.

Наука, изучающая процессы превращения веществ, называется биохимией. За полтора века существования

она изучила тысячи анаболических и катаболических процессов. Однако внимание исследователей значительно чаще привлекали процессы синтеза веществ, чем распада. Катаболизм подробно исследовали только в тех случаях, когда он приводил к выработке энергии. Такое положение дел объясняется чисто психологическими причинами. Для исследователя гораздо интереснее изучать процессы создания и взаимодействия сложных



белков, нуклеиновых кислот и других макромолекул, которые составляют основу жизни, чем копаться в том, что уже отслужило и предназначено на выброс. Поэтому к катаболитам – веществам, образующимся при распаде соединений организма, – намертво прилип ярлык бесполезных отходов. Справедливо ли это? В этой статье мы постараемся доказать, что это не так.

Хорошо известно, что основные энергетические составляющие пищи – углеводы и простые жиры – в конечном счете окисляются до углекислого газа и воды, которые затем покидают организм. Бесполезны ли они? С этим утверждением никак нельзя согласиться. И углекислый газ, и вода не полностью выводятся в окружающую среду и постоянно присутствуют в тканях. Тело человека на 60–80 % состоит из воды. Она поступает с пищей и питьем, образуется при распаде сложных веществ и выполняет важные функции: служит растворителем для многих соединений, поддерживает упругость клеток и тканей, участвует в терморегуляции организма и вступает в химические реакции, в первую очередь в реакциях гидролиза – расщепления биополимеров на мономеры. Без углекислого газа нам тоже не обойтись. Частично растворяясь в жидких средах организма, он присутствует в виде карбонатного и бикарбонатного ионов, которые поддерживают постоянную кислотность крови, а также участвуют в различных биохимических реакциях.

Как видим, даже такие простые молекулы, как углекислый газ и вода, образующиеся при окислении углеводов и жиров, не бесполезны. При распаде других органических соединений получают более сложные катаболиты, которые не выводятся, а используются.

Главные биополимеры любого организма – белки и нуклеиновые кислоты. При гидролизе первых образуются аминокислоты, которые в основном используются для синтеза новых белков и частично катаболизируются. Часто при этом получают полезные

продукты. Так, уже первая стадия катаболизма аминокислоты гистидина приводит к образованию гистамина – вещества широкого спектра действия. Благодаря гистамину мы ощущаем боль. Он также участвует в реакции на чужеродные вещества, в том числе в развитии аллергии. Другая аминокислота, триптофан, образует нейромедиатор серотонин, который стимулирует гладкую мускулатуру, повышает кровяное давление, передает сигналы в некоторых отделах мозга. Иногда при распаде аминокислот получают небольшие фрагменты молекул, и организм их использует. Например, от метионина отщепляется метильная группа, которая участвует в биосинтезе многих соединений.

Распад нуклеиновых кислот также приводит к образованию биологически активных веществ. Напомним, что при расщеплении (гидролизе) ДНК и РНК получают нуклеотиды, из которых они и состоят. Нуклеотиды могут использоваться не только для синтеза новых нуклеиновых кислот, но и для других целей. В частности, адениловый нуклеотид используется для синтеза АТФ, другие нуклеотиды – для синтеза аналогичных нуклеотидтрифосфатов. Дальнейшее расщепление нуклеотида приводит к высвобождению фосфорной кислоты и углевода – рибозы или дезоксирибозы. Фосфорная кислота нужна для построения фосфорорганических соединений, а углеводный компонент вовлекается в метаболизм сахаров. Более глубокое расщепление оставшейся части – азотистого основания – также приводит к образованию ряда биологически активных веществ: гипоксантина, ксантина и других.

В последнее время стали известны функции биологически активных веществ, которые получают при распаде витаминов. Яркий пример – витамин В<sub>1</sub> (тиамин). В виде тиаминпирозината он служит коферментом для нескольких ферментов. После выполнения этой основной функции часть молекул тиаминпирозината распадается на две половины – тиазоловую и пи-

римидиновую. Каждая из них обладает собственной биологической активностью. Тиазоловая половина способна эффективно тормозить нервное возбуждение, и на ее основе созданы лекарственные препараты седативного действия. А пириимидиновая воздействует на нервные окончания в мышцах, стимулируя мышечные сокращения.

Кроме распада на две половины, тиамин в организме окисляется до тиохрома, функции которого стали известны совсем недавно. Прежде всего, тиохром защищает человека от некоторых вдыхаемых токсических веществ. Еще он способен ограничить многие окислительные процессы в клетке при их аномально высокой активности. При этом в отличие от многих других биологически активных соединений он даже в высоких дозах не токсичен.

Важный катаболит цистамин образуется при расщеплении пантетина – производного пантотеновой кислоты (витамина В<sub>3</sub>). Это соединение отражает состояние окислительно-восстановительных систем клетки, а кроме того, нормализует воспалительный ответ организма и тормозит развитие патологической или старческой нейродегенерации.

Весьма важна недавно открытая функция катаболита никотиновой кислоты (витамина РР) – N-метилникотинамида. Он опосредованно влияет на образование ингибитора протеолитических (расщепляющих белки) ферментов.

Невозможно в одной статье всесторонне осветить роль, которую играют в организме продукты распада множества разнообразных соединений. Мы постарались привлечь внимание читателя на недавно открытые и уже известные функции катаболитов и убедить его, что они заслуживают не меньшего внимания, чем процессы синтеза и построения организма.

Доктор биологических наук  
**С.А.Петров**



Фото автора

# Инфузории пробуют пищу

Кандидат технических наук  
**Е.Г.Черемных,**  
кандидат химических наук  
**Е.И.Симбирева**

Если зачерпнуть воды из пруда у берега и посмотреть на нее под микроскопом, то откроется удивительная картина. Циклопы и дафнии, нематоды и коловратки поражают фантастичностью и разнообразием форм. Эти организмы и более мелкие — бактерии, грибы, одноклеточные водоросли, инфузории и другие многочисленные простейшие — необходимое звено круговорота жизни. Особенно важную работу они выполняют сегодня, когда в окружающую среду поступают огромные количества техногенных отходов. Главная роль в переработке и обезвреживании разнообразных искусственных соединений принадлежит именно микроскопическим организмам.

Удивительно: с одной стороны, простейшие очень хорошо приспособляются к изменениям, иначе они не смогли бы выжить в меняющемся мире. С другой стороны, каждый от-

дельный организм очень тонко чувствует изменения среды, поэтому их можно использовать в биологических исследованиях безопасности почвы, природных и сточных вод. Такие исследования называют биотестами.

## О биотесте подробнее

Биотестирование — это оценка реакции тест-организмов на ту или иную субстанцию. В качестве тест-организмов в экологии обычно используют низшие организмы, в том числе и одноклеточные, поскольку проводить опыты с ними гораздо удобнее, чем с высшими животными. Лучше всего подходят инфузории. Их легко выращивать, и оценить результат несложно — достаточно сосчитать их до начала опыта и в конце.

В экологических целях биотесты применяют и как отдельные методы, и в комплексных исследованиях. Биотесты также используют для оценки токсичности кормов, лекарств, полимерных материалов и питьевой воды. А вот безопасность пищевых продуктов и пищевых добавок с помощью биотестирования не определяют. Но если бы определяли, была бы от этого

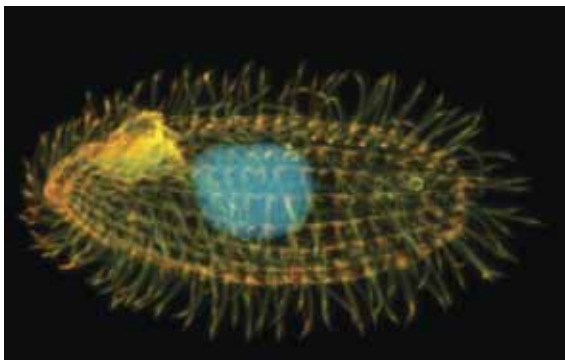
польза? Прежде чем ответить на этот вопрос, рассмотрим состав современных продуктов.

## Что мы едим

Допустим, мелким шрифтом на упаковке написано, что пищевой продукт содержит загадочные E102, E214, E342, E621. Технолог знает, что E с номерами от 100 до 182 — красители, от 200 до 299 — консерванты, от 300 до 399 — антиоксиданты и регуляторы кислотности, от 600 до 699 — ароматизаторы и усилители вкуса. В частности, E102 — краситель тартразин, E214 — этиловый эфир парагидроксibenзойной кислоты, E342 — фосфаты аммония, E621 — глутамат натрия. Все эти добавки разрешены в РФ, но, если говорить о мире в целом, на каждое из этих веществ имеется «компромат»: тартразин запрещен в ряде стран, глутамат (о котором мы еще поговорим подробнее) не рекомендован к применению в детском питании. С химической точки зрения (рис. 1) это самые разные соединения.

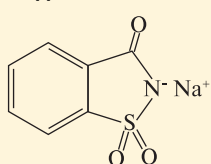
Поскольку один продукт обычно содержит множество добавок, он может оказаться более вредным для здоровья, чем каждый компонент в отдельности.

Возможно, именно поэтому список нежелательных соединений постоян-

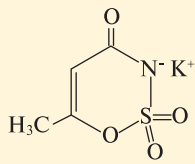


2  
Инфузория *Tetrahymena thermophila*, геном которой полностью расшифрован

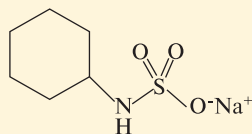
**Подсластители**



Сахарин (E954)

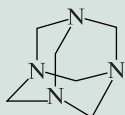


Ацесульфам калия (E950)

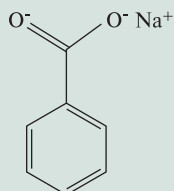


Цикламат (E952)

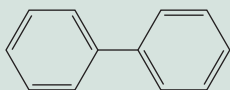
**Консерванты**



Уротропин (E239)

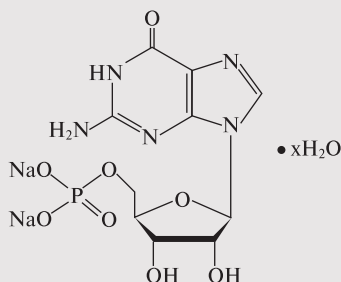


Бензоат натрия (E211)



Бифенил (E230)

**Усилители вкуса**



Гуанилат натрия (E627)

но растет; в него попадают и те, которые первоначально разрешили. Медики уже обнаружили канцерогенное, гепатотоксическое, нейротоксическое и аллергическое действие некоторых пищевых красителей, консервантов, антиокислителей, усилителей вкуса и подсластителей. Один из любимых аргументов у сторонников искусственных химических компонентов — их незначительные концентрации в пище при значительной эффективности. Однако, несмотря на малые количества каждой добавки, совокупное их действие в одном продукте может быть опасным для человека.

Патологические изменения метаболизма начинаются уже с пищеварения. Некоторые из этих веществ блокируют пищеварительные ферменты, из-за чего организм человека не может эффективно использовать питательные компоненты пищи. В результате начинает бурно размножаться гнилостная микрофлора толстого кишечника. Это происходит еще и потому, что пищевые добавки из группы консервантов угнетают полезные бифидум- и лактобактерии. А метаболиты гнилостных микроорганизмов (триптамин, спермидин, индол и скатол), попадая в кровь, отравляют организм.

Сами низкомолекулярные пищевые добавки тоже хорошо всасываются в желудочно-кишечном тракте и с кро-

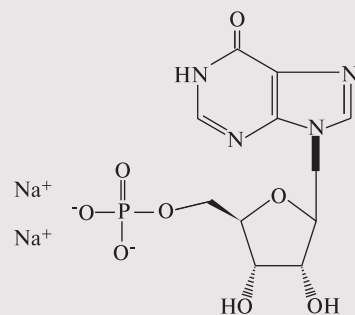
вью попадают в клетки тканей и органов. Их биохимические эффекты так же разнообразны, как и химическое строение. Так, например, пищевые азокрасители провоцируют свободно-радикальное окисление липидов, которое, в свою очередь, нарушает структуру и проницаемость мембран клеток. Свободные радикалы, участвуя в лавинообразном процессе пероксидного окисления, могут быть причиной опухолей и преждевременного старения.

Доказано, что пищевые добавки гетероциклического строения метаболизируют ферменты системы цитохрома P450. Организм откликается тем, что начинает производить больше таких ферментов. От их активности зависит скорость образования канцерогенных веществ из проканцерогенов, то есть чем больше таких ферментов, тем быстрее происходит это нежелательное превращение. Например, при метаболизме бенз(а)пирена, который есть во всех копченых продуктах, образуется канцерогенный дигидроксиэпоксид.

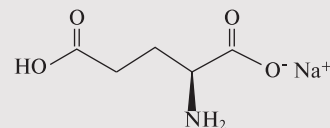
Поскольку метаболизм любых чужеродных веществ сложен и неоднозначен, существующая система санитарно-гигиенической оценки пищи не справляется со своей задачей. Сегодня определение отдельных чужеродных веществ и ограниченные испытания на крысах уже не гарантируют безопасность продукта.

Получается парадоксальная ситуация: экологи, имеющие разнообраз-

1  
**Формулы некоторых распространенных пищевых добавок**



Инозинат натрия (E631)



Глутамат натрия (E621)

ный и надежный инструмент для контроля окружающей среды, стараются обеспечить безопасность пищевого сырья, а технологи добавляют в это сырье ксенобиотики и представляют результат как улучшенный продукт.

Пора менять систему санитарно-гигиенической оценки, причем и для вновь вводимых пищевых добавок, и для уже существующих. Здесь пригодились бы разнообразные цитотоксикологические методы, среди которых могут быть и биотесты на инфузориях.

## Инфузории как тест-объекты

Аргументирование последнего утверждения начнем издали — с описания биологических особенностей этих тест-организмов.

Инфузории — это одноклеточные эукариотические организмы, то есть у них есть ядро (а у многих видов инфузорий даже два ядра). Почти все клетки человека и других высших животных имеют ядра, а бактерии — прокариоты (безъядерные). Инфузории были одним из любимых объектов биологов еще лет сто назад, но и сейчас они остаются в центре внимания. Совсем недавно расшифровали геном инфузорий из рода *Tetrahymena* (рис. 2), состоящий из 27 тысяч генов. Кстати, геном человека содержит примерно столько же генов — 25 тысяч.

Эти одноклеточные — в основном свободноживущие организмы, которые в воде и почве поедают бактерии и водоросли. Они — необходимое звено в трансформации органики, их вклад в биологический круговорот веществ не менее важен, чем у бактерий. Живут инфузории практически везде: в пресных и соленых водах, почве, и число их видов, по разным источникам от 7 до 10 тысяч.

Характерная особенность инфузорий — относительно быстрая изменчивость, которая позволяет им адаптироваться к самым разным условиям. Инфузории живут и в тундровых озерах, и в тропиках, и даже в горячих источниках с температурой до



3

*Внешний вид прибора БиоЛат и изображение лунки с инфузориями, которые подсчитывает компьютерная программа*

50°C. Они приспосабливаются и к разному минеральному и органическому составу среды, а также к присутствию растворенных газов. Например, *Paramecium caudatum* (рис. на заставке) может жить как в аэробных, так и в анаэробных условиях. Эту высокую адаптивную способность обеспечивает колоссальное количество генов, большинство которых в повседневной жизни инфузориям не нужны, но включаются, когда условия меняются.

По мере того как простейшие адаптируются к условиям среды, перестраиваются все их жизненные функции, изменяются скорость движения, темп размножения и способность поглощать пищу, а также форма и размеры тела. Но если среда не меняется, то свойства инфузорий остаются стабильными, это и позволяет использовать их как тесты. Конечно, это относится только к инфузориям, культивируемым в лабораторных условиях.

В биотестах на инфузориях проще всего фиксировать изменение подвижности, гибель и скорость размножения. Например, можно смотреть изменение подвижности за 15—30 мин; гибель отдельных клеток за 1—4 часа; снижение скорости размножения за 1—3 суток; гибель популяции за 4—30 суток. Зачем так много параметров? Дело в том, что наблюдать

за изменением подвижности недостаточно для оценки токсичности. Поскольку на движение у простейших расходуется всего 1% энергии общего обмена, то подвижность только незначительно отражает те изменения, которые происходят при отравлении токсичными агентами. Гибель отдельных клеток — достаточно надежный показатель, но с его помощью невозможно выявить низкие концентрации токсикантов. Оценка скорости размножения — биотест с большей чувствительностью, по нему можно определять и небольшие концентрации вредных веществ. Если сочетать все тесты, то результат получается надежный.

В большинстве методик биотестирования просто подсчитывают клетки до начала и в конце опыта. Как правило, это делают визуально под микроскопом, что весьма утомительно. Естественно, такая технология не нашла широкого применения.

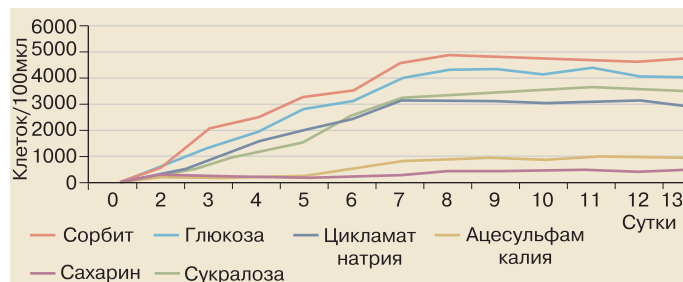
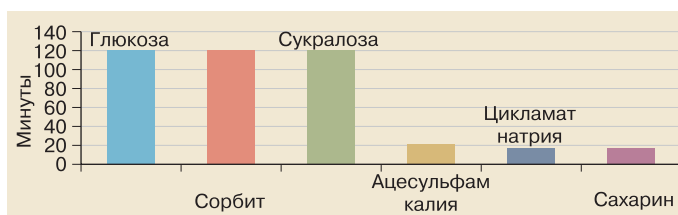
На кафедре биохимии МГУ Прикладной биотехнологии мы разработали прибор (рис. 3), в котором клетки подсчитывает специальная компьютерная программа. Такая автоматизация существенно облегчает биотестирование, тем более что прибор позволяет использовать два вида инфузорий — *Tetrahymena pyriformis* и *Paramecium caudatum* (их размеры 0,03 x 0,05 мм и 0,06 x 0,35 мм). Тест проводят в два

5

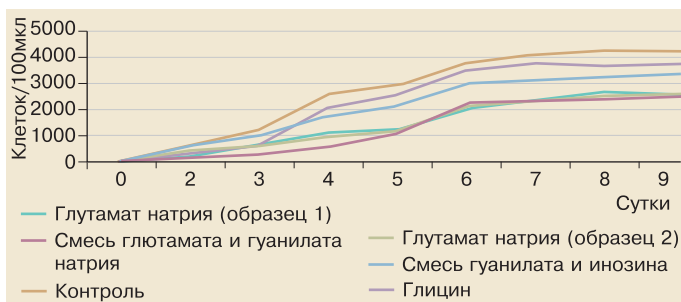
*Рост инфузорий Tetrahymena pyriformis за 20 суток в средах с 1%-ным содержанием подсластителей. Контроль — среда с глюкозой*

4

*Выживаемость инфузорий Paramecium caudatum в 2%-ных растворах подсластителей*







**6**  
**Рост клеток *Tetrahymena pyriformis* в средах с добавлением усилителей вкуса**

этапа: *Paramecium caudatum*, также известную как инфузория-туфелька, используют для предварительного выбора концентраций, а по динамике роста тетрахимен судят о воздействии на клетку какого-то вещества или пищевого продукта.

Двухэтапный биотест (рис. 4 и 5) подсластителей показал, что если добавлять ацесульфам калия, цикламат натрия и сахарин в концентрации 2%, то уже через 20 минут инфузо-

ры менее вредны, а сорбит вызывает даже больший прирост клеток, чем глюкоза. С учетом первого этапа, где цикламат действовал на клетку так же, как сахарин, этот подсластитель относим к группе добавок, негативно влияющих на клетки.

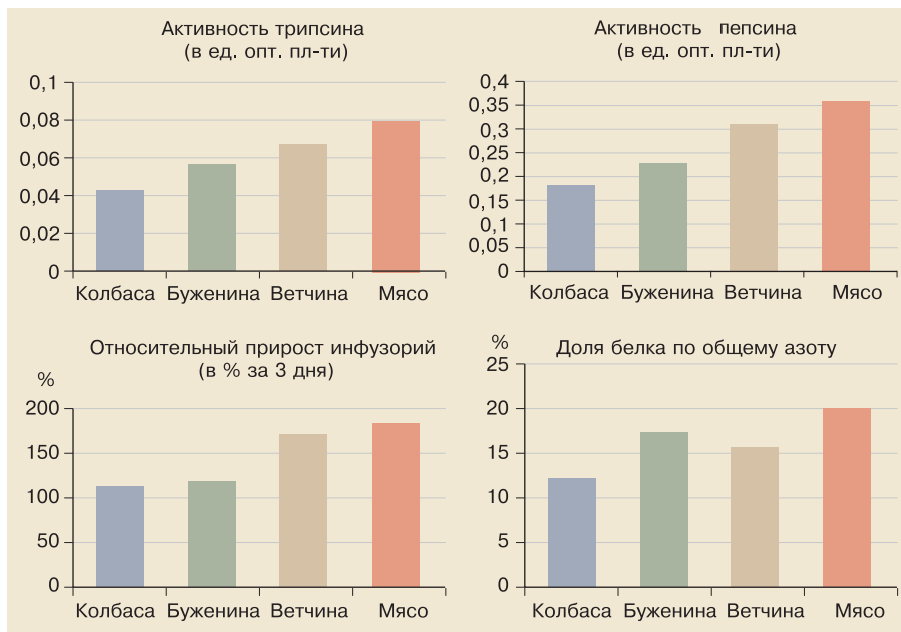
Мы попробовали исследовать также натуральные пряности. Добавление экстрактов кардамона и перца душистого стимулирует рост культуры, а экстракт мускатного ореха инфузориям не очень понравился.

Что же с усилителями вкуса? Среди них самый опасный — глутамат натрия (рис. 6): во всех пробах с этой добав-

кой прирост клеток, как колбаса. Это говорит о том, что в ее состав входили пищевые добавки (скорее всего, консерванты), которые ингибируют рост и размножение клеток. В дополнение к результатам биотестирования мы посмотрели, как меняется активность пищеварительных ферментов пепсина и химотрипсина в присутствии этих мясных продуктов. Тут тоже оказалось, что активность ферментов при «переваривании» буженины меньше, чем в ветчине и вареном мясе. Получается, что качественная копильная жидкость, которую добавляют в ветчину, да и традиционное копчение менее опасны, чем консерванты в буженине.

На инфузориях мы проверили консерванты, красители и загустители. Одновременно мы оценили активность пищеварительных ферментов в пробах, содержащих эти добавки. Результаты всех опытов хорошо соотносились друг с другом. Мы показали, что те добавки, которые вызывали уменьшение прироста культуры, как правило, действовали угнетающе на ферменты человека.

Конечно, одноклеточные тест-организмы имеют гораздо меньше ферментных систем, чем человек, и в целом устроены проще. Но без сомнения, инфузорию можно рассматривать как интегральный биологический датчик с определенными параметрами, подходящими для пищевых биотестов. Например, кислые пептидазы есть и у человека, и у инфузории. Это известно давно, а мы доказали, что различные пищевые добавки ингибируют и пепсин, и рост культуры. Системы, общие для инфузории и человека, как правило, дают схожие ответы на компоненты пищи, поэтому оценка с помощью инфузорий довольно достоверна. Выявить всю совокупность ферментных систем инфузорий, соответствующих системам человека в токсикологическом плане, — задача, которую мы сейчас решаем.



**7**  
**Результаты биотеста на инфузориях мясных продуктов**

рии-туфельки погибают. Если уменьшить концентрацию вдвое, то все инфузории выживают во всех подсластителях. В 2%-ных растворах трех других подсластителей — глюкозы, сорбита и сукралозы выживают все инфузории в течение двух часов.

На втором этапе биотестирования, с инфузориями *Tetrahymena pyriformis*, использовали 1%-ные растворы. Оказалось, что самое плохое действие на тетрахимен оказывают ацесульфам калия и сахарин. Сукралоза и цикламат

кой прирост культуры клеток значительно меньше, чем в контроле.

Ранее мы говорили, что современный подход к определению безопасности пищи не позволяет точно узнать, насколько опасны смеси химических веществ. Поэтому мы предлагали инфузориям не только отдельные вещества, но и продукты (рис. 7).

Мы посмотрели, как растут тетрахимены на четырех видах мясных продуктов: колбаса вареная, буженина, ветчина варено-копченая и вареное мясо. Интересно, что буженина с таким же содержанием белка, как в вареном мясе, дала такой же малень-



ПЯТЫЙ МОСКОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС  
«БИОТЕХНОЛОГИЯ: СОСТОЯНИЕ  
И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ»



МОСКВА, РОССИЯ  
16 - 20 марта  
**2009**

Под патронажем  
Правительства Москвы

7-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА  
«МИР БИОТЕХНОЛОГИИ' 2009»

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

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

**ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ**  
«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ»

**Руководители:**  
академик РАНН **А.И. Арчаков**, директор Института биомедицинской химии РАНН;  
академик РАН **А.И. Мирошников**, зам.директора Института биорганической химии  
им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, Председатель Научного Совета  
Пудинского научного центра РАН

**СЕКЦИЯ 1. «БИОТЕХНОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА»**

**Руководители:**  
академик РАНН **А.М. Егоров**, профессор МГУ им. М.В. Ломоносова;  
член-корр. РАН **А.Г. Габибов**, зав. отделом ИБХ им. М.М. Шемякина  
и Ю.А. Овчинникова РАН

**СЕКЦИЯ 2. «БИОТЕХНОЛОГИЯ И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО»**

**Руководители:**  
академик РАСХН **Л.К. Эрнст**, вице-президент РАСХН;  
академик РАСХН **И.А. Тихонович**, директор ВНИИ сельскохозяйственной  
микробиологии РАСХН;  
член-корр. РАСХН **П.Н. Харченко**, директор ВНИИ сельскохозяйственной  
биотехнологии РАСХН

**СЕКЦИЯ 3. «БИОТЕХНОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»**

**Руководители:**  
академик РАНН и РАСХН **В.А. Быков**, директор Института ВИЛАР;  
член-корр. РАН **Е.С. Северин**, генеральный директор ВНИЦ молекулярной  
диагностики и лечения;  
д.б.н. **А.С. Яненко**, зам.директора ФГУП ГНЦ ГосНИИгенетики

**СЕКЦИЯ 4. «НАНОБИОТЕХНОЛОГИЯ»**

**Руководители:**  
академик РАН **Р.В. Петров**, член группы экспертов по биобезопасности при  
ЮНЕСКО;  
академик РАНН **А.И. Арчаков**, директор Института биомедицинской химии РАНН;  
академик РАН и РАСХН **К.Г. Скрыбин**, директор Центра «Биоинженерия» РАН

**СЕКЦИЯ 5. «БИОТЕХНОЛОГИЯ И ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ»**

**Руководители:**  
академик РАСХН **И.А. Рогов**, президент МГУ прикладной биотехнологии; академик  
РАНН **В.А. Тутельян**, директор НИИ питания РАНН

**СЕКЦИЯ 6. «БИОТЕХНОЛОГИЯ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА»**

**Руководители:**  
профессор **Н.Б. Градова**, РХТУ им. Д.И. Менделеева;  
профессор **Г.А. Жариков**, НИЦ токсикологии и гигиенической регламентации  
биофармацевтических препаратов Минздравсоцразвития РФ

**СЕКЦИЯ 7. «БИОКАТАЛИЗ И БИОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

**Руководитель:**  
член-корр. РАН **С.Д. Варфоломеев**, директор ИБХФ им. Н.М. Эмануэля РАН,  
заведующий кафедрой МГУ им. М.В. Ломоносова

**СЕКЦИЯ 8. «БИОГЕОТЕХНОЛОГИЯ»**

**Руководители:**  
профессор **Г.В. Седельникова**, Центральный научно-исследовательский  
геологоразведочный институт цветных и благородных металлов;  
профессор **Э.В. Адамов**, Институт стали и сплавов

**СЕКЦИЯ 9. «ИННОВАЦИИ, ФИНАНСЫ И БИЗНЕС»**

**Руководители:**  
профессор **Д.А. Рототаев**, д.т.н., генеральный директор ОАО «Московский комитет  
по науке и технологиям»;  
**С.В. Крюков**, Председатель Совета Директоров РОАО «Росагробиопром»;  
к.т.н. **Е.Н. Орешкин**, зам. декана, МГУ им. М.В. Ломоносова;  
профессор **Д.И. Цыганов**, д.т.н., зам.генерального директора ОАО «МКНТ»

**СЕКЦИЯ 10. «БИОТЕХНОЛОГИЯ И ОБРАЗОВАНИЕ»**

**Руководители:**  
академик РАСХН **Е.И. Титов**, ректор МГУ прикладной биотехнологии;  
профессор **Т.В. Овчинникова**, руководитель Учебно-научного центра ИБХ  
им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, ММА им. И.М. Сеченова;  
профессор **В.И. Панфилов**, проректор РХТУ им. Д.И. Менделеева

**СЕКЦИЯ 11. «БИОИНФОРМАТИКА»**

**Руководители:**  
член-корр. РАН **Н.А. Колчанов**, заместитель директора ИЦиГ СО РАН, Новосибирск;  
профессор **В.В. Поройков**, заместитель директора ГУ НИИ БМХ РАНН, Москва

**ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ:**  
«ПРОБЛЕМЫ БИОБЕЗОПАСНОСТИ, БИОЭТИКА,  
ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ И НОРМАТИВНАЯ БАЗА В ОБЛАСТИ БИОТЕХНОЛОГИИ»

**Руководители:**  
академик РАН **М.П. Кирпичников**, декан биологического факультета МГУ  
им. М.В. Ломоносова, член Президиума РАН, Председатель ВАК;  
член-корр. РАН **С.В. Нетесов**, проректор по научной работе  
ГОУ ВПО «Новосибирский государственный университет»;  
член-корр. РАН **Б.Г. Юдин**, руководитель проекта ЮНЕСКО «Биоэтический форум»;  
академик РАНН **В.А. Тутельян**, директор Института питания РАНН

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ СИМПОЗИУМЫ**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ  
ЧЕРНОМОРСКОЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ АССОЦИАЦИИ**

**Руководители:**  
профессор **А. Атанасов**, Президент Черноморской биотехнологической  
Ассоциации;  
профессор **А.Г. Голиков**, исполнительный секретарь Черноморской  
Биотехнологической Ассоциации

**РОССИЙСКО-ШВЕЙЦАРСКИЙ СИМПОЗИУМ  
«УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ  
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ»**

**Руководитель:**  
профессор **Н.В. Меньшутина**, декан РХТУ им. Д.И. Менделеева

**РОССИЙСКО-ФИНСКИЙ СИМПОЗИУМ  
«ВИММ-БИЛЬ-ДАНН ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ» - КОМПАНИЯ «ВАЛИО»  
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР СИМПОЗИУМА -  
«ВИММ-БИЛЬ-ДАНН ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ»**

**КОНКУРС МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

**Председатель:** академик РАНН **В.И. Швец**  
**Зам. председателя:** **Т.В. Овчинникова**, профессор ММА им. И.М. Сеченова, руково-  
дитель Учебно-научного центра ИБХ им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН  
**Условия участия в конкурсе на сайте:**  
<http://www.mosbiotechworld.ru/rus/konkurs.php>

Прием тезисов и заявок на участие в Конгрессе до 15 ЯНВАРЯ 2009 г.

**Тематика выставки:**

Весь спектр биопродуктов для фармацевтической и пищевой промышленности, АПК, ветеринарии, геологии, промышленных производств, а также биоагенты для охраны и восстановления окружающей среды. Биологически-активные добавки. Тест-системы для ИФА, определения алкоголя и наркотических веществ. Биокатализ и биокаталитические технологии. Питательные среды. Биопрепараты для медицины и косметологии, а также готовые продукты на их основе. Процессы и аппараты для биотехнологических производств и лабораторных исследований. Лабораторно-аналитическое оборудование и биоаналитические комплексы. Промышленная и лабораторная безопасность.

По вопросам участия в конгрессе и выставке обращаться в ЗАО «Экспо-биохим-технологии»:  
Адрес: 117218 Россия, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 34, офис 552  
Телефон/факс: (495) 981 70 51, 981 70 54, 939 72 85  
E-mail: [aleshnikova@mosbiotechworld.ru](mailto:aleshnikova@mosbiotechworld.ru), [lpkrylova@sky.chph.ras.ru](mailto:lpkrylova@sky.chph.ras.ru), [atv@biomos.ru](mailto:atv@biomos.ru)  
Internet: [www.mosbiotechworld.ru](http://www.mosbiotechworld.ru)





## МОСКОВСКИЙ

# ДОМ КНИГИ РЕКОМЕНДУЕТ:



КНИГИ

Поль Деповер  
О, химия!  
М.: Техносила,  
2008.



**Н**е нужно верить тому, что химия — наука таинственная и непонятная. Цель этой книги — проиллюстрировать основные понятия химии с помощью опытов и забавных историй. П.Деповер преподает химию вот уже 30 лет в Католическом университете Левена (Брюссель). Этот труд — результат его практического опыта, а также общения с преподавателями американских университетов, которые, как и он, стремятся к тому, чтобы молодое поколение полюбило химию.

Книга интересна для преподавателей, студентов, а также всех тех, кто хочет легко разобраться в сложном предмете.

Юрий Рассадкин  
Вода обыкновенная  
и необыкновенная  
М.: Галерея СТО,  
2008.



**В** книге рассмотрены свойства воды с самых разных сторон. Автор излагает комплексную теорию, позволяющую описывать и объяснять многочисленные свойства воды. Книга интересна своей многоплановостью. С одной стороны, ее можно использовать как справочник по воде, или как энциклопедию воды. С другой стороны, в книге сделана попытка объяснить огромный массив данных с единых позиций и рассказать о многих, часто неравновесных процессах, идущих на колебательных, вращательных и поступательных степенях свободы молекул H<sub>2</sub>O.

Книга будет интересна не только ученым и специалистам, занимающимся исследованиями физических и химических свойств воды и водных растворов, но и широкому кругу инженеров, технологов, специалистам водоочистки, изобретателям, а также биологам и врачам.

Виктор Балабанов  
Нанотехнологии.  
Наука будущего.  
М.: Эксмо,  
2009.



**А**втор книги знакомит читателей с относительно новым направлением знаний и уделяет большое внимание популяризации достижений нанотехнологий. В книге описаны не фантастические проекты, а разработки, которые уже применяют или находят на заключительном этапе исследований. Вы узнаете много нового о взаимодействии наночастиц и сделаете неожиданные открытия.

Лев Грибов  
Колебания молекул  
М.: Либроком,  
2009.



**Э**та книга продолжает тему известной монографии М.В.Волькенштейна, Л.А.Грибова, М.А.Ельшевича, Б.И.Степанова «Колебания молекул» (М., 1972). Чтобы подчеркнуть преемственность, приводится предисловие к книге 1972 года, поскольку та многие годы была основным руководством в соответствующей области науки, и ее широко использовали как пособие в физических и химических вузах. К сожалению, она давно стала библиографической редкостью.

В новом издании сохранены не потерявшие свое значение разделы издания 1972 года, но в целом оно существенно полнее. Введена специ-

альная глава об основах теории молекулярных спектров; по-новому рассмотрены задача движения в молекулах, вопросы квантовых расчетов колебаний молекул, использования зависимости координат при анализе очень больших систем; введены новые разделы о безэталонном спектральном анализе и динамике нестационарных колебаний молекул; рассмотрена квантовая теория электрооптических параметров и др. Большое внимание уделено методам решения ангармонических задач и задач о внутренних вращениях в молекулах, есть глава посвященная обратным задачам и различным вариантам их постановки.

Книга целиком построена на собственных исследованиях автора. По полноте и разнообразию обсуждаемых проблем аналогов в литературе нет. Она рассчитана на специалистов, занимающихся исследованием колебаний молекул, аспирантов и студентов старших курсов физических, химических и биологических специальностей вузов.

Стивен Джуан  
Странности  
нашего мозга  
М.: Рипол классик,  
2008.



**Д**октор Стивен Джуан — ученый, преподаватель, журналист и антрополог. В своей книге он раскрывает секреты и особенности работы одной из самых сложных и малоизученных частей человеческого организма. К научным фактам и исследованиям известных ученых автор подходит с некоторой долей юмора, поэтому книга читается легко и будет интересна широкому кругу читателей

**Эти книги можно приобрести в Московском Доме книги.  
Адрес: Москва, Новый Арбат, 8,  
тел. (495) 789-35-91  
Интернет-магазин: [www.mdk-arbat.ru](http://www.mdk-arbat.ru)**

# Химия в неогеографической революции

Кандидат химических наук  
**Д.М.Жилин,**  
учитель химии школы □192

*И внял я неба содроганье,  
И горный ангелов полет,  
И гад морских подводный ход,  
И дольней лозы прозябанье.*

А.С. Пушкин

На наших глазах оживают географические карты. То, что еще недавно было застывшим изображением на бумаге, теперь становится обновляющейся картинкой на мониторе. Но это еще не все. Сегодня любой человек, имеющий выход в Интернет, может не только смотреть, но создавать и редактировать свои карты, наносить на них интересные объекты и даже давать ссылку на них. Более того, если раньше определить точные географические координаты своего местоположения мог только профессиональный геодезист, то теперь эта информация доступна любому, кто купил за шесть тысяч рублей приемник системы глобального позиционирования.

Мертвые листы географических карт стали живыми благодаря трем инструментам. Первый – система глобального позиционирования. Она состоит из спутников, положение которых в каждый момент времени точно известно, и неограниченного числа приемников, способных принимать сигналы спутников. В сигналах спутников закодировано точное время их отправки, и по задержке сигналов приемник определяет свои координаты. Сами же приемники может купить любой желающий (цены и габариты это позволяют). Сейчас в полной мере работает только одна система глобального позиционирования – американская GPS. Россия строит свою систему – ГЛОНАСС, но к ней, в отличие от GPS, до сих пор нет общедоступных приемников. Второй инструмент – гражданские спутники и спутники двойного назначения, фотографирующие поверхность Земли с разрешением от 30 до 0,7 метров на точку. И наконец, третий инструмент – открытые геоинформационные системы, предоставляющие всем желающим доступ в режиме онлайн к изображениям со спутников (рис. 1, 2). Это в первую оче-



1  
*Собор Василия Блаженного – вид из космоса. Снимок взят с сайта [www.kosmosnimki.ru](http://www.kosmosnimki.ru). На снимке видны автомобили, но не видны люди – разрешение около двух метров на точку*



2  
*Снимок того же места, взятый с сайта [www.earth.google.com](http://www.earth.google.com). Разрешение чуть получше*

редь американская служба «Google – Планета Земля» ([www.earth.google.com](http://www.earth.google.com)) и российская «Космоснимки» ([www.kosmosnimki.ru](http://www.kosmosnimki.ru)).

Кроме того, существует платная программа OziExplorer ([www.ozieplorer.com](http://www.ozieplorer.com)) и бесплатная GPS Track Maker (<http://www.gpstm.com>). Они позволяют привязывать любые изображения к географическим координатам и наносить их на карты точки и маршруты непосредственно с GPS-приемников или из файлов в различных форматах. Эти программы удобны для работы с отсканированными картами и изображениями, полученными из «Google – Планета

Земля» или купленными на «Космоснимках».

Эти три инструмента произвели неогеографическую революцию. Не слишком ли громко сказано? Вовсе нет, поскольку теперь любой человек может быстро собирать и обрабатывать огромный массив географической информации, а также обмениваться ею с неограниченным числом пользователей. Изменения весьма серьезные.

Какое отношение может иметь химия к революции в географии? Самое прямое, если вспомнить о существовании геохимии – науки, изучающей химические процессы в окру-

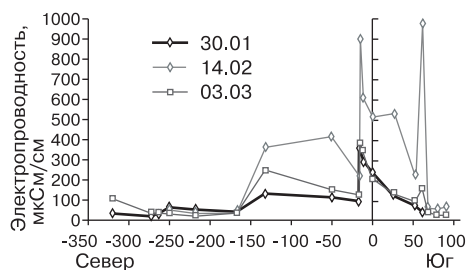


4  
*Измерения pH воды Галичского озера в черте городе Галич Костромской области (июль 2002 года)*

жающей среде. До сих пор геохимия была еще мертвее, чем листы топографических карт. Только специалисты, причем сразу в нескольких областях науки, могли получить данные, привязать их к географической карте, интерпретировать и понять динамику химических процессов. Кроме того, сбор геохимических данных был крайне трудоемким, а это, естественно, резко ограничивало возможности исследований.

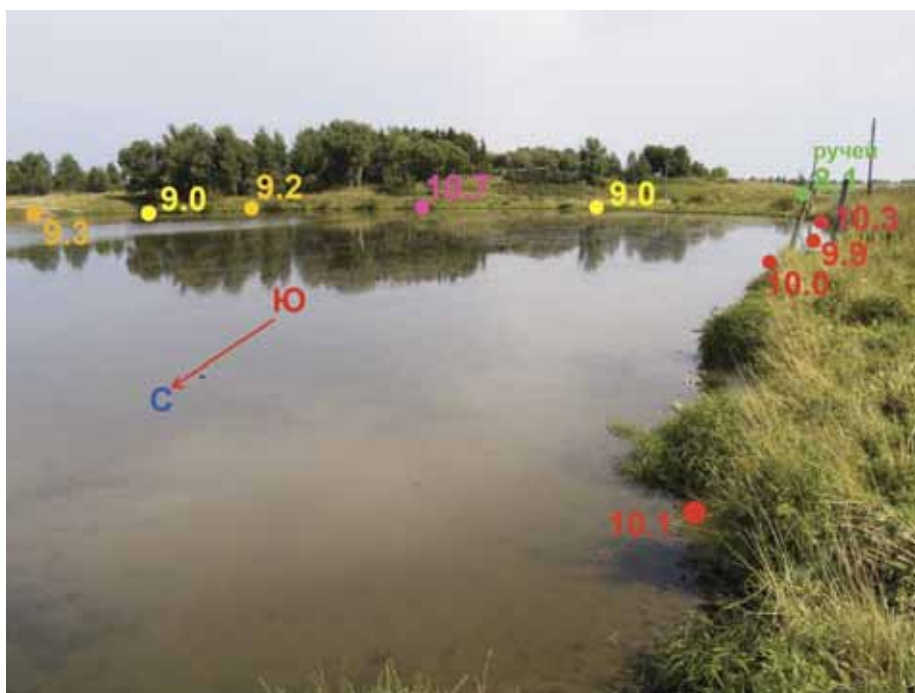
Чтобы «оживить» геохимические процессы, сделать их понятными для всех, нужно решить две проблемы: сбора геохимических данных и их географической привязки. Последнюю проблему решила неогеографическая революция. Как же обстоят дела со сбором информации?

Оказывается, эта задача тоже решается. В последнее время появились анализаторы, работающие по принципу «поместил в пробу – увидел результат». Во-первых, это сокращает время анализа до нескольких секунд, что позволяет собирать огромные массивы данных. Во-вторых, такой прибор не требует специальной подготовки, а значит, с ним может работать и школьник, и любитель. И хотя количество надежно определяемых параметров ограничено, но даже они позволяют увидеть и прочувствовать кое-какие геохимические процессы. Современные анализаторы вместе с приемником GPS можно подключать к переносному компьютеру или даже мобильному телефону и таким образом сразу делать географическую привязку результатов исследований.



3  
*Электропроводность снега вокруг улицы Косыгина, (Москва)*  
См/м - это удельная электропроводность, соответствует 1/(Ом м)

Простейший пример – исследование засоленности снега вокруг улицы Косыгина в Москве, которое мы провели в 2006 году (рис. 3). В точках с определенными координатами мы собирали пробы снега, растапливали их и измеряли электропроводность полученной воды, которая прямо связана с концентрацией солей в ней. Как мы и думали, засоленность снега падает с расстоянием от дороги. Но что оказалось неожиданным – характер кривых трижды воспроизвелся, хотя между измерениями проходило по две недели и погода не разменялась. Еще выяснилось, что к югу, где улица загорожена домами, засоленность падает гораздо быстрее, чем к северу, где домов нет. То есть дома защищают снег от соли. В этом исследовании система GPS помогла нам трижды найти одни и те же точки отбора пробы и определить расстояние от улицы до них.



Картирование геохимических параметров позволяет не только оценить, как далеко распространяется загрязнение, но и выявить его источники. Так, в 2002 году мы измеряли pH воды вдоль берега Галичского озера (г. Галич). Вода у берега была сильно щелочной – pH доходил до 10,8 (рис. 4). Как потом оказалось, именно в этом месте находится обувная фабрика.

Однако, к сожалению, не всегда удается найти источник загрязнения таким методом. С проблемой мы встретились, изучая пруд в деревне Антопьево (Бабынинский район Калужской области) в июле 2007 года. У западного берега пруда (там, где расположена деревня) значение pH было выше, чем у восточного (рис. 5), и источник следовало бы искать там. Однако резкий скачок pH у юго-восточной части пруда спутал все карты,

5  
*Фотография пруда в деревне Антопьево с расставленными на ней значениями pH. К сожалению, инструментов для привязывания фотографий к координатам еще нет из-за больших перспективных искажений координатной сетки, поэтому точки выставлены приблизительно*

и причина загрязнения так и осталась неизвестной.

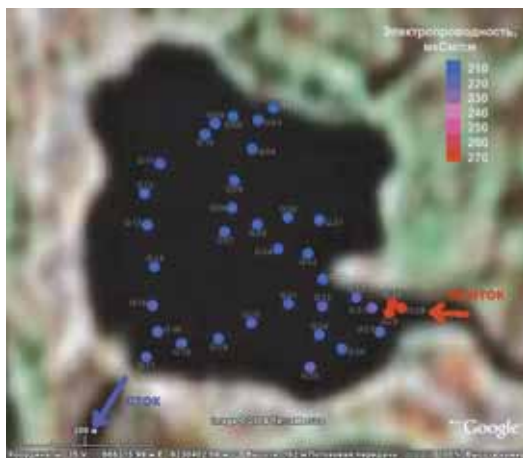
Бывает, что точная привязка к местности геохимических параметров необходима, чтобы избежать их неоправданно грубого усреднения. В июне 2004 года мы составили карту электропроводности небольшого переходного болота (так называют болота со специфическим водным режимом: вода в них с одной стороны втекает, с другой — вытекает) в Окском заповеднике. Точки, в которых измеряли электропроводность, находились через 10—20 метров друг от друга — беспрецедентная точность для «дореволюционного» времени. Оказалось, что электропроводность воды даже в соседних точках различалась в несколько раз, причем без всякой закономерности. Подобная же картина наблюдалась на болоте Сима у звенигородской биостанции в январе 2006 года и на Щучьем болоте около Сейдозера (Мурманская область) в июле 2008-го. Следовательно, можно говорить о том, что большой разброс минерализации воды — типичная картина для переходных болот. Учитывая, что от растворенных в болотной воде ионов (в первую очередь от гидрокарбонатов) зависит буферная емкость воды по отношению к загрязнениям, получается, что разные участки болот в разной степени страдают от одних и тех же воздействий. Такой разброс свойств обычно не принимают во внимание, а это неправильно.

Точное картирование помогает понять, какие химические процессы происходят в окружающей среде. Например, концентрация солей во многих озерах средней полосы России меньше, чем в их притоках. Это можно объяснить тем, что в стоячей воде озер из растворенных ионов кальция и гидрокарбоната образуется карбонат кальция, который выпадает в осадок:



Насколько быстро это происходит? Ответ дает точное картирование электропроводности озерной воды. Пример — карта электропроводности воды озера Глубошья (Псковская область), имеющего только один приток и один сток (рис. 6). Видно, что электропроводность падает на первых 100 метрах после впадения притока — там, где вода замедляет свой ход и неплохо прогревается. Во всех остальных местах электропроводность воды примерно одинакова.

Размеры озера Глубошья — примерно 800 х 600 метров, а все данные по электропроводности группа



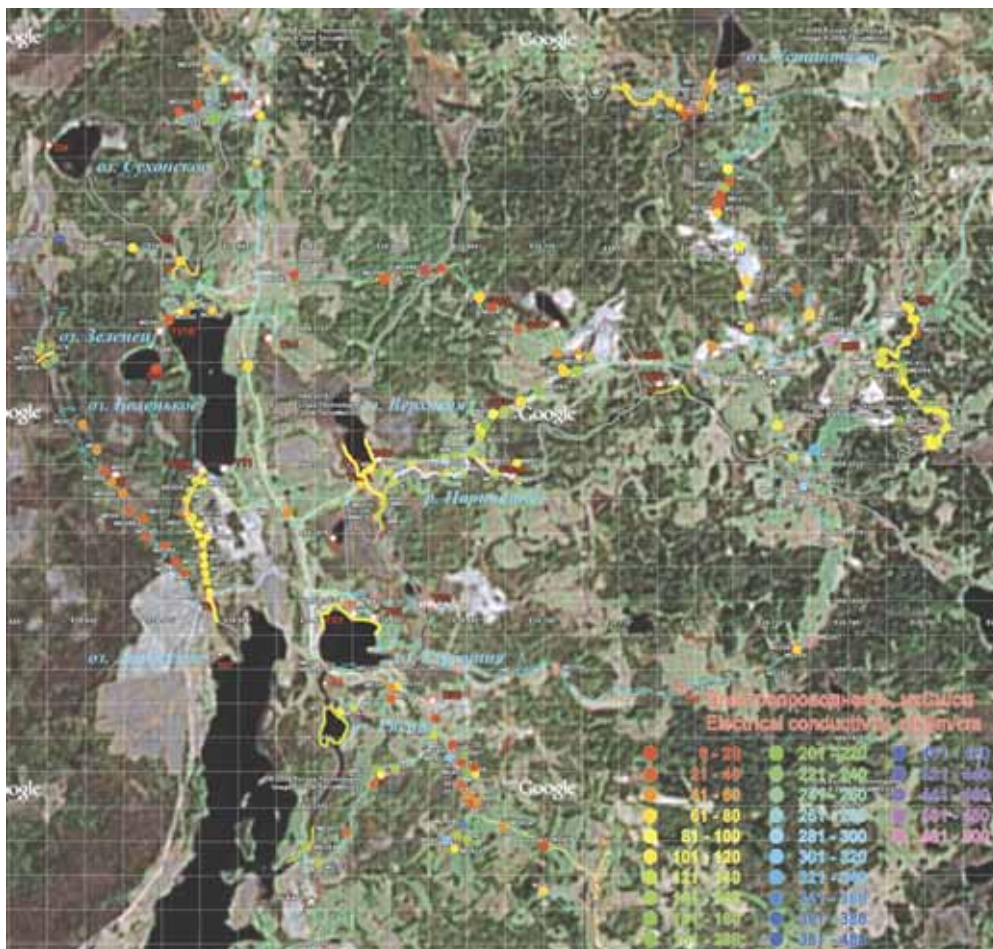
6  
Электропроводность воды озера Глубошья Псковской области (5 июня 2008 года). Изображение получено с помощью службы «Google — Планета Земля», точки здесь и в остальных рисунках раскрашивались вручную при помощи графического редактора в соответствии со значением их электропроводности. Файл выложен по адресу <http://fenevo.narod.ru/0806/glouboshnja-elprov-cirk-leg.jpg>. 1 мкСм/см примерно соответствует 0,5 мг растворенных солей в 1 л

из двух человек получила примерно за два часа. Отсюда ясно, что за неделю 8—9 человек могут исследовать и привязать к карте довольно большие площади. Так, в июне 2006 года мы с учениками школы №192 составили подробную карту электропроводности вод Вязевской возвышенности (рис. 7). Данные поражали разнообразием: там есть абсолютно

пресное озеро Зеленец и болота с электропроводностью около 360 мкСм/см, что соответствует 180 мг солей в литре. (При этом, как и в предыдущих экспериментах с болотами, результаты в близко лежащих точках могли различаться в разы.) Уровень минерализации речек и ручьев тоже отличался в два-три раза. Только к западу от озера Беленького во-

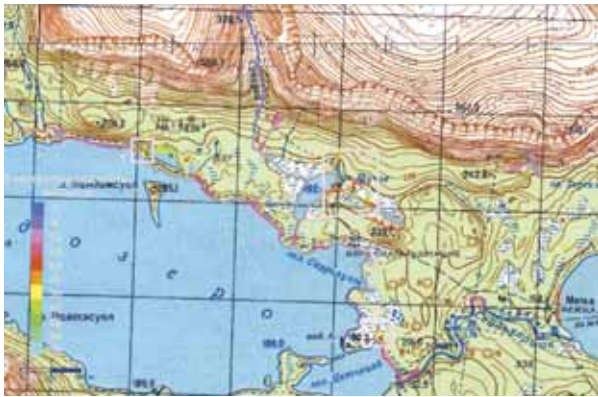
7

7  
Электропроводность вод Вязевской возвышенности (июнь 2006 года). Точки обозначены лужи и болота, линиями — ручьи и протоки. Изображение с нанесенными на него точками получено со службы «Google — Планета Земля». По адресу <http://fenevo.narod.ru/0606/elprov-map.htm> можно увидеть эту же карту с гиперссылками на фотографии некоторых точек





8  
 Электропроводность рек  
 и ручьев в бассейне реки  
 Перемеры Калужской области  
 (июль 2007 года).  
 Топографическая карта  
 привязана в программе  
 OziExplorer, в ней же на карту  
 нанесены точки отбора проб.  
 Цвета соответствуют рис. 7.



9  
 Электропроводность  
 водоемов северного  
 берега Сейдозера  
 (Кольский полуостров),  
 июль 2008 года.  
 Карта привязана  
 в программе GPS  
 TrackMaker, в ней же  
 на карту нанесены точки.  
 Болотам и лужам  
 соответствуют точки,  
 ручьям и протокам — линии

доемы имели примерно одинаковую минерализацию.

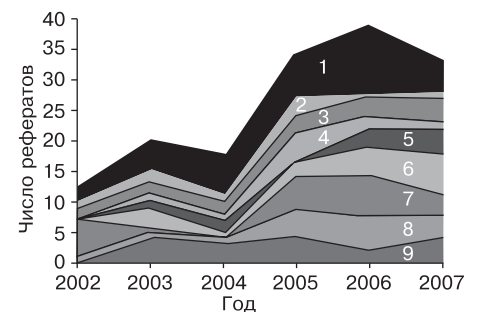
Совершенно иная картина, скажем, наблюдалась в бассейне реки Перемеры (Калужская область), где по нашим данным в июле 2007 года почти все речки и ручьи имели очень близкую минерализацию (рис. 8). Скорее всего, это связано с тем, что на Вязевской возвышенности самые разнообразные грунты залегают в сильном беспорядке. Бассейн же реки Перемеры сложен известняками, которые расположены под слоем глин. Ручьи в ней летом подпитываются в основном подземными водами, состав которых определяется их взаимодействием с однородными известковыми породами.

Вообще, взаимодействие природных вод с подстилающими породами можно четко проследить именно при помощи точного картирования. Пример тому — карта электропроводности вод северного берега Сейдозера (рис. 9). Ручьи, стекающие непосредственно со снежников, имеют гораздо меньшую электропроводность, чем ключи и маленькие ручьи, долго пробивавшиеся между камнями. Из-

за того что берег озера сложен породами, которые с трудом подвергаются выщелачиванию, электропроводность воды во всем бассейне очень низкая. Интересно, что вода переходных болот, отмеченных на карте прямоугольниками 2 и 3, имеет более высокую электропроводность, чем вода ручьев и даже некоторых ключей (хотя разброс значений в них очень велик). Это может говорить либо о том, что болотная вода способствует выщелачиванию подстилающих пород, либо о том, что болота подстилаются породами, которые выщелачиваются легче. Еще одно интересное с гидрохимической точки зрения место отмечено на карте прямоугольником 1. У этого берега находится несколько мощных ключей. В спокойную погоду вода, видимо, не перемешивается, и ее электропроводность близка к электропроводности ключевой воды. После шторма ее электропроводность стала такой же, как у озера в целом.

Это всего лишь несколько примеров того, как влияет неогеографическая

революция на геохимические исследования. Конечно, они привлекут лишь тех, кто интересуется геохимией. Вместе с тем даже профессиональные геохимики пока практически не пользуются плодами неогеографической революции. Так, если судить по самому полному сборнику рефератов по химии «Chemical Abstracts», в последние годы число статей с упоминанием системы глобального позиционирования не превышало четырех десятков в год (рис. 10). Причем картирования химических данных никто не проводил.



10  
 Количество рефератов по химии,  
 в которых упоминается система  
 глобального позиционирования.  
 1 — картирование химических  
 параметров окружающей среды;  
 2 — мониторинг мобильных источников  
 выбросов;  
 3 — патенты на системы  
 с GPS-измерителями;  
 4 — картирование распространения  
 и состояния живых организмов;  
 5 — картирование и мониторинг  
 геофизических параметров;  
 6 — использование в системах управления;  
 7 — использование сигнала GPS  
 для исследования атмосферы и ионосферы;  
 8 — исследование и совершенствование  
 самой системы GPS;  
 9 — использование инфраструктуры GPS

Получается, что условия созданы, но сама неогеохимическая революция не идет. Что же нужно, чтобы она произошла? Как и неогеографическая революция, она требует участия широких масс непрофессиональных пользователей. Они должны получить в руки доступные средства измерения и обработки геохимических па-



раметров. Что же это могут быть за параметры и зачем простым смертным этим заниматься?

В первую очередь можно говорить о параметрах качества воздуха в том или ином районе. Датчики загрязняющих веществ (углеводородов, оксида серы и азота и др.) доступны уже сейчас. Подключение их к переносному компьютеру или смартфону, который совмещен с GPS, и запуск измерений в автоматическом режиме – только вопрос техники. Ориентировочная стоимость подобной системы (не считая стоимости самого компьютера, который используется и для других целей) лежит в пределах 12 тысяч рублей. Такая система может заинтересовать, например, тех, кто подбирает себе жилье и озабочен качеством воздуха в нем. Если же ее установить на беспилотный летательный аппарат (стоимостью в 40 тысяч рублей), то она позволит охватить гораздо большие площади. Получается подспорье землепользователям вокруг промышленных центров.

Вторая обширная область применения неогеохимического подхода – сельское хозяйство, и в первую очередь контроль качества почв. Однако тут возникает проблема: из всех важных параметров почвы пока что легко и надежно можно определить только ее влажность, менее надежно – pH и уже с некоторыми оговорками – засоленность. Недорогих и эффективных инструментов для определения таких важных параметров, как доступные питательные вещества (азот, фосфор, калий, микроэлементы), пока нет. Когда они появятся – неогеохимическая революция захватит и сельское хозяйство.

Нельзя сбрасывать со счетов многочисленных любителей водоемов. Чтобы понять, стоит ли в водоеме купаться и ловить рыбу, имеет смысл измерить в нем по крайней мере концентрацию кислорода, нефтепродуктов, мочевины, а также pH. Из всего перечисленного дешево и надежно можно померить только pH. Современные электрохимические датчики кислорода с мембраной и щелочным

электролитом требуют квалифицированного обращения, а доступных анализаторов нефтепродуктов и мочевины вообще нет. Будут анализаторы – неогеохимия распространится и в этом направлении.

И наконец, еще одна группа людей, которым неогеохимическая революция может сослужить службу, – школьные учителя. Сейчас в школы активно внедряют так называемую проектную деятельность, причем идеи проектов учителям часто приходится высасывать из пальца. Включение в глобальный проект сбора данных доступных химических параметров воды или воздуха вполне может с толком занять неограниченное число школьников. Однако проникновению неогеографической революции в школы препятствует Государственный образовательный стандарт по географии. Со времен Христофора Колумба в него добавлено скользкое упоминание «современных геоинформационных систем», однако совершенно непонятно, что с ними делать. Ключевых понятий геоинформатики в стандарте нет, как, впрочем, нет и компьютеров в кабинете географии. Поэтому даже в нашей продвинутой школе школьники знакомятся с неогеографическими методами на уроках информатики, на факультативах по химии, но не на уроках географии. С другой стороны, то, что школьники недополучили в урочные часы, они получают в рамках проектной деятельности.

Отсутствие приборов для химического анализа – не единственный камень, который пока лежит на пути неогеохимической революции. Еще один – это проблема визуализации данных. Данные мало получить, их нужно так представить, чтобы весь огромный массив воспринимался как единое целое. Некоторые способы визуализации мы использовали и в этой статье: двумерные графики (возможны и трехмерные), цифры на карте и раскрашенные точки. Кроме того, можно строить графики в виде сеток и изолиний, которые, однако, годятся только в том случае, если па-

раметры изменяются достаточно плавно. Но удобных инструментов для одного из этих средств до сих пор не было. Чтобы раскрасить карту, приходилось тратить несколько дней на весьма муторную работу.

Только недавно мой коллега В.Ильин создал интерфейс, позволяющий наносить точки, окрашенные в соответствии со значением параметра, непосредственно на карты Google Earth. Ознакомиться с ним можно по адресу <http://maps.s192.ru/>. В настоящий момент этот интерфейс дорабатывается, с тем чтобы сформировать «народный» проект по сбору геохимических данных, который окажется гораздо мощнее, чем отдельные исследования ученых. В конце концов, коль скоро люди свободно делятся своими фотографиями, что им помешает так же свободно обмениваться результатами своих, пусть даже непрофессиональных, исследований.

Возможно, такой проект может оказаться столь же значимым для геохимии (или, по крайней мере, гидрохимии и химии атмосферы), как проект «Геном человека» для биологии, причем доступ к результатам будут иметь все желающие. Пока что некоторые из них можно найти в Интернете по адресу [www.fenevo.narod.ru](http://www.fenevo.narod.ru).

#### Автор благодарит:

торговый дом «Школьный мир» за предоставленное оборудование;  
Р.М.Жаркого, Окский государственный биосферный заповедник и Дирекцию ООПТ Мурманской области за предоставление баз и помощь в организации экспедиций;  
управление образования ЮЗАО г. Москвы за финансирование экспедиций;  
учащихся школы №192 за участие в сборе и обработке данных.





С этого номера мы начинаем публиковать краткие обзоры наших любимых сайтов. Не всех подряд, а в первую очередь таких, которые посвящены естественным наукам и могут быть полезны для ученых, педагогов, студентов и продвинутых школьников — в общем, для большинства читателей «Химии и жизни». Помня о том, что нельзя объять необъятное, мы не претендуем на полноту обзора, но будем рады, если пополним вашу копилку избранных ссылок.



## ПОЛЕЗНЫЕ ССЫЛКИ

### XuMuK.ru — сайт о химии

<http://www.xumuk.ru/>

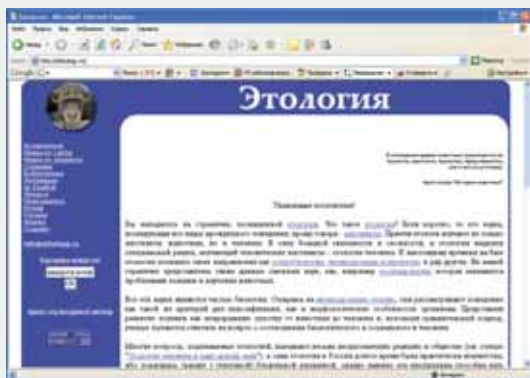


Здесь можно найти информацию по разным разделам химии. Интерфейс в высшей степени дружелюбный, прямо с главной страницы доступна быстрая навигация по «Химической энциклопедии». Тексты снабжены гиперссылками, в конце каждой статьи приведен список использованной литературы. Аналогично устроены справочники по веществам и по фармакологии. Энциклопедия лекарственных препаратов сделана менее качественно, чем чисто химическая часть (нам не удалось найти антигриппозные вакцины, зато в энциклопедию непонятно как попали биодобавки и косметические препараты). С другой стороны, желающие получить информацию по фармакологии могут сходить на фармакологический сайт, а в разделах, посвященных собственно химии, нам до сих пор не встретилось ни одного серьезного ляпа.

В базе знаний сайта есть материалы по органической и коллоидной химии, биохимии, токсикологии, экологической химии. Также имеются сборник методик, статей и докладов по гетероциклическим соединениям, курс лекций по теплотехнике, учебник по углеводам, книги, посвященные квантово-химическим расчетам и математическому моделированию в химических технологиях. С главной страницы можно заглянуть в Периодическую таблицу, если ее вдруг нет под рукой. Для общения постоянных посетителей на сайте работает форум. А еще здесь есть необычные сервисы: поиск неорганических реакций по исходным веществам и продуктам (находится в стадии доработки, но уже функционирует), вычисление молекулярной массы по формуле. Сайт «живой», регулярно обновляется.

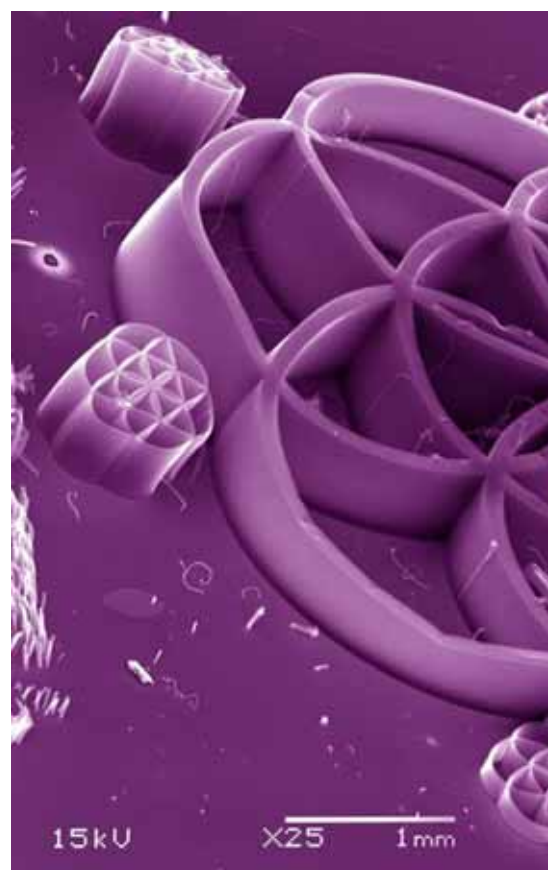
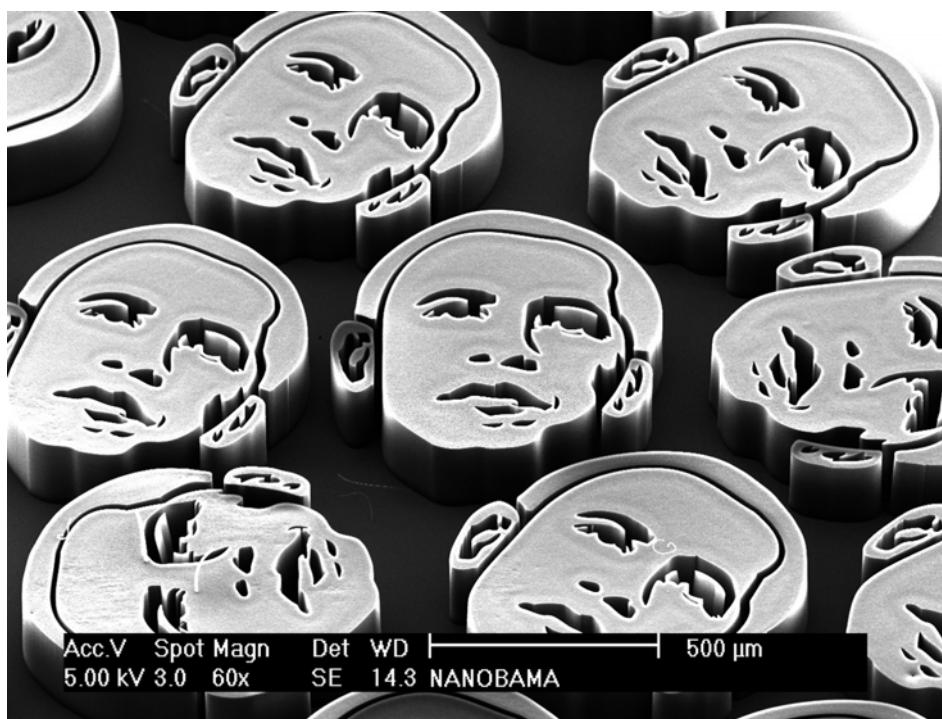
### Этология

<http://www.ethology.ru/>



Ссылка для тех, кто интересуется поведением животных и человека, инстинктами и разумом, обучением и передачей информации. Тут собраны статьи и книги ведущих отечественных и зарубежных этологов. Материалы систематизированы по авторам (Конрад Лоренц, Ричард Докинз, Ирениус Эйбл-Эйбесфельдт, Эдвард Уилсон, В.П.Эфроимсон, В.Р.Дольник, Е.Н.Панов, З.А.Зорина, М.Л.Бутовская, В.С.Фридман...) и по тематическим рубрикам: «Общие теоретические основы этологии», «Общественное поведение», «Индивидуальное поведение», «Половое поведение». Создатели ресурса особо отмечают, что не все материалы на сайте носят академический характер и что дискуссии приветствуются. Для тех, кто хочет «сначала договориться о терминах», есть обширный раздел «Словарь». В разделе «Лекции» собраны материалы, полезные студентам биологических вузов, в том числе и конспекты лекций по этологии и близким дисциплинам. Есть особый раздел «Интервью». В разделе «In English» выложены статьи из архива журнала «Evolution and Human Behavior».

Сайт существует четыре года, делает его группа единомышленников, интересующихся этологией и близкими дисциплинами. Многие материалы подготовлены ими самими, например некоторые интервью и переводы. Здесь можно найти отрывки из книг известных зарубежных ученых, которые еще не издавались на русском языке. На сайте регулярно появляются обновления, имеется новостная рассылка.



# Нанобама, или Трубочное наноискусство

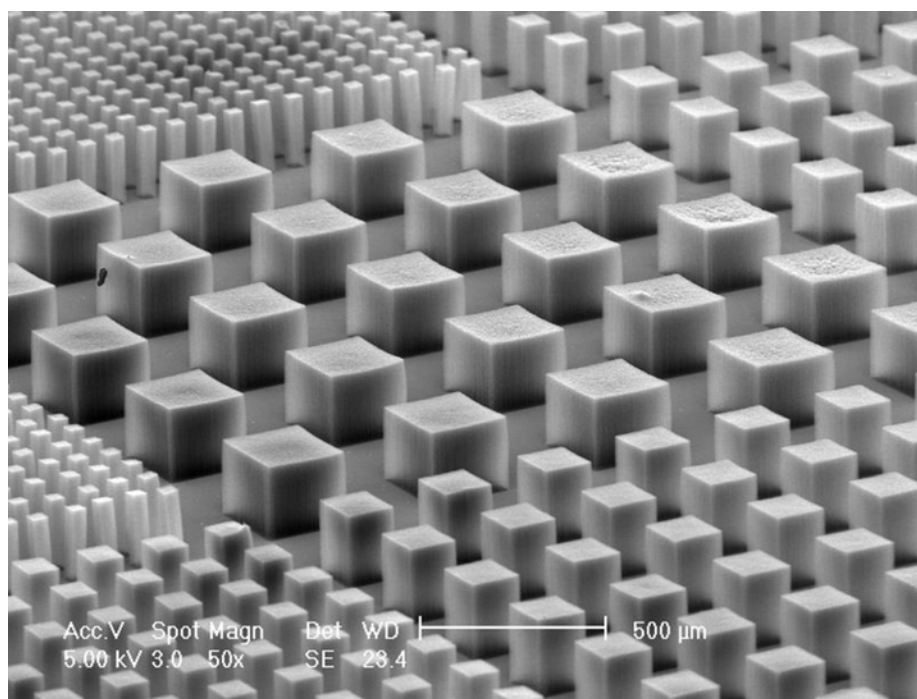
ращивают нанотрубочный войлок в промышленных реакторах (см. «Химию и жизнь», 2007, □ 8).

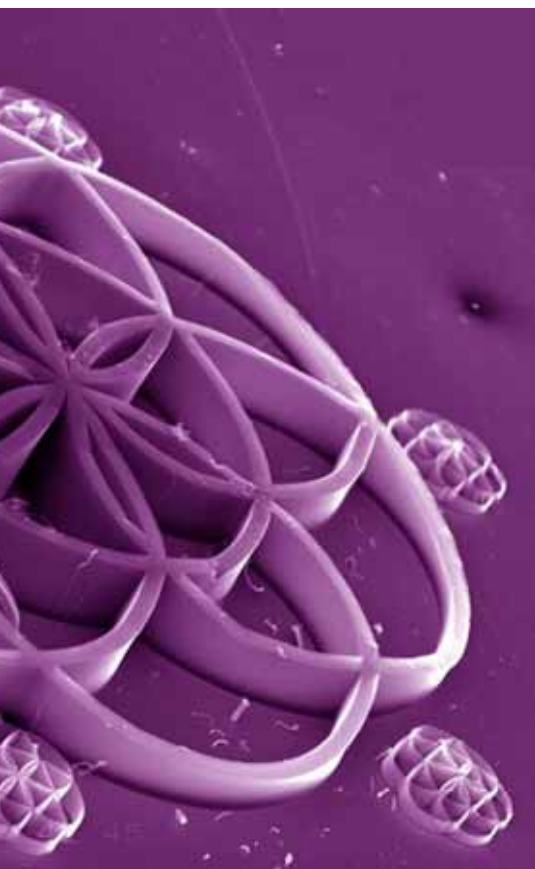
Однако возможен и другой подход: наночастицы катализатора наносят на подложку, и тогда вырастает лес из нанотрубок, причем из-за процессов самоорганизации трубки получают одинаковую длину. Если катализатор нанесен неравномерно, лес

## С.Анофелес

2

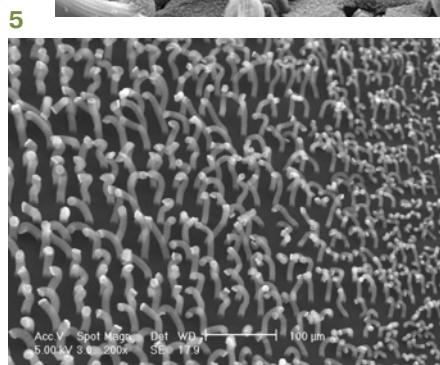
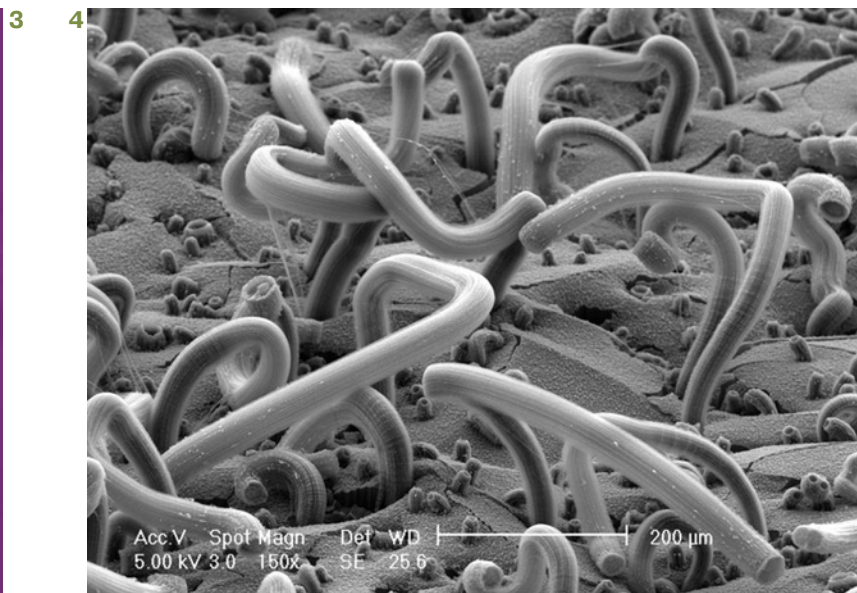
**Ч**тобы вырастить нанотрубку, нужны углеродсодержащий газ и кусок металлического катализатора, который превратит газ в углерод. В результате частичка катализатора оторвется от большого куска, если он действительно был большим, а если нет, то останется такой же, как и была, и начнет двигаться, оставляя след, подобный самолетному, как об этом рассказывает член-корреспондент РАН Г.А.Домрачев из нижегородского Института металлоорганической химии им. Г.А.Разуваева РАН (см. «Химию и жизнь», 1999, □ 10). Только след этот будет не газообразный, а твердый — в виде углеродной сетки, то есть нанотрубки. На взвеси частиц катализатора как раз и вы-



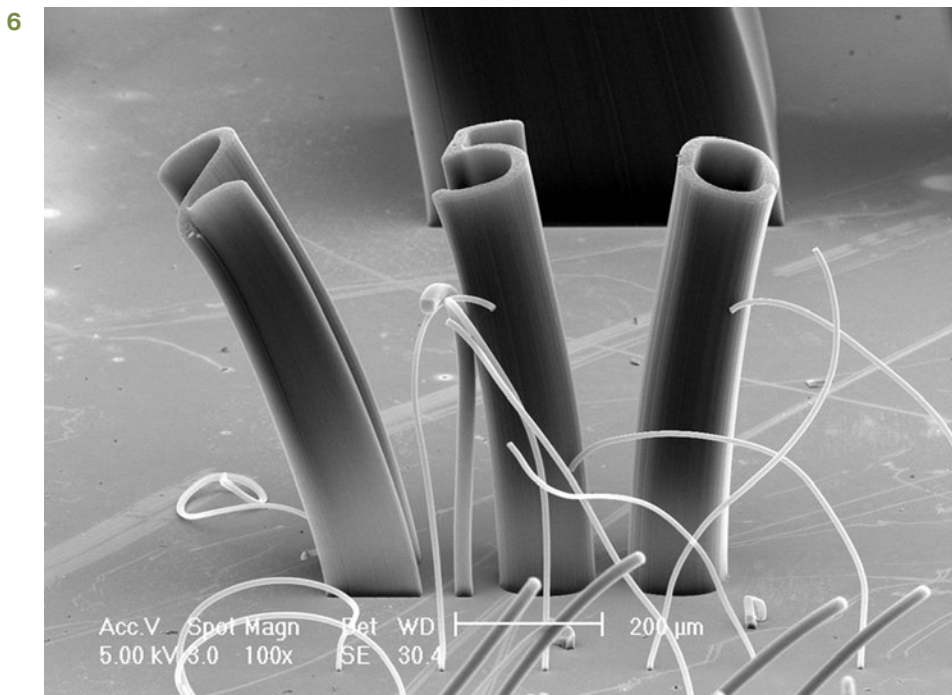


покрывает не всю подложку, а лишь избранные ее участки, и возникнет нанотрубчатое изображение.

Именно так, перенеся на кремниевую подложку с помощью фотолитографии портрет Барака Обамы с предвыборного плаката, Джон Харт, доцент факультета инженеров-механиков Мичиганского университета, получил микроскопический образ



свежеизбранного президента США (фото 1). Каждое изображение, а его диаметр примерно полмиллиметра, состоит из 150 миллионов параллельно стоящих нанотрубок — примерно столько американцев проголосовало за Обаму на выборах осенью 2008 года.



## РАДОСТИ ЖИЗНИ

Это не забава, а демонстрация возможностей технологии. Нанотрубчатые леса послужат и в солнечных батареях, и в наноэлектронике. Например, как рассказывал на прошедшем в Москве в декабре Нанофоруме-2008 Андрей Новиков из Ростовского университета (ФРГ), из подобных структур можно сделать миниатюрные электрические контакты и решить противоречие между стремительно уменьшающимся размером микросхем и почти неизменным размером электрических разъемов для их соединения на плате.

Рисование нанопортретов — не единственное хобби Джона Харта. С помощью своих коллег он создал целую коллекцию необычных структур из нанотрубок и кремния и разместил ее на сайте [www.nanobliss.com](http://www.nanobliss.com). Цель этой выставки — очаровать посетителей красотами объектов неживой природы, созданных руками ученых, и делом доказать справедливость лозунга: «Наука — это красиво!» Прогуляемся по избранному разделу этой выставки, любезно предоставленному Джоном Хартом в распоряжение «Химии и жизни».

Разные структуры из нанотрубок можно получать, изменяя условия их роста. Про неоднородное распределение катализатора мы уже сказали. Именно этим методом были получены и нанобама, и наногород (фото 2), и знак Осириса (фото 3), впервые найденный в Абу-Даби. В наноформате знак получился столь большим, что не поместился в поле зрения растрового электронного микроскопа и его изображение пришлось склеивать из нескольких частей.



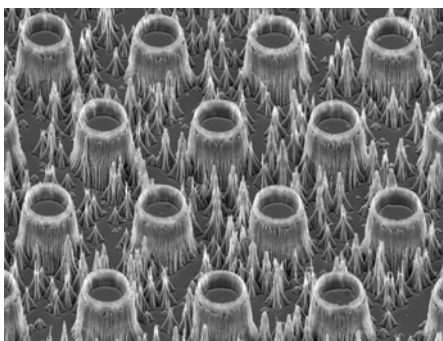
## РАДОСТИ ЖИЗНИ

Изменяя морфологию катализатора, температуру процесса во время роста и концентрацию подаваемого газа, можно добиться, чтобы нанотрубки в разных участках подложки росли с различной скоростью, и тогда получатся поля наноростков (фото 4) или замысловатые наноскульптуры из трубок разной длины (фото 4–6). Создавая тепловой градиент удастся вырастить посреди нанолеса колонны, подобные полуочищенному банану (фото 7) или пестику суданской розы (фото 8).

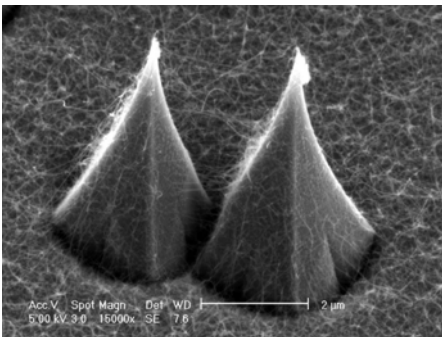
9



10

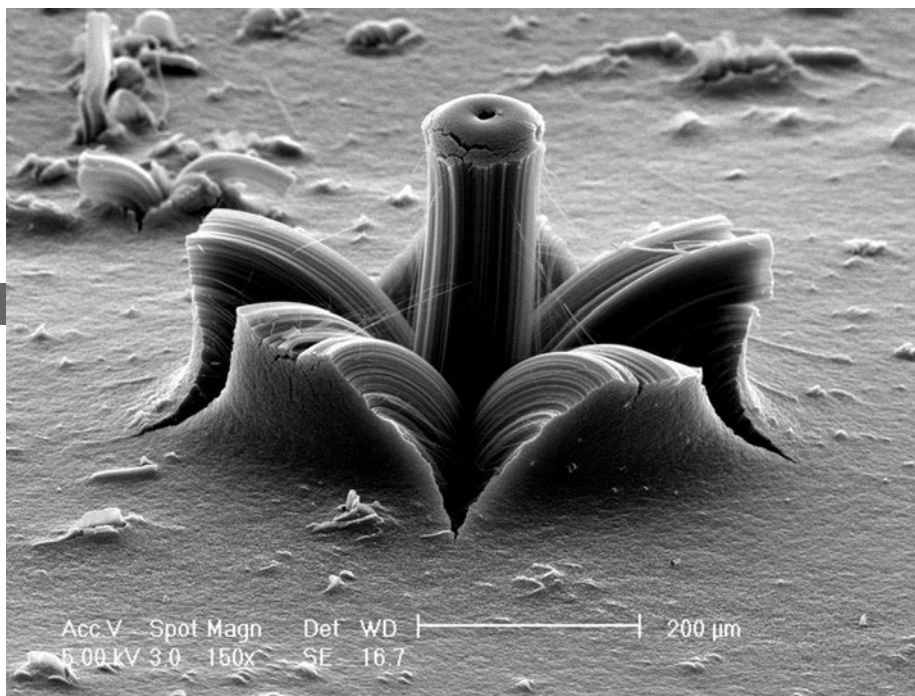


11

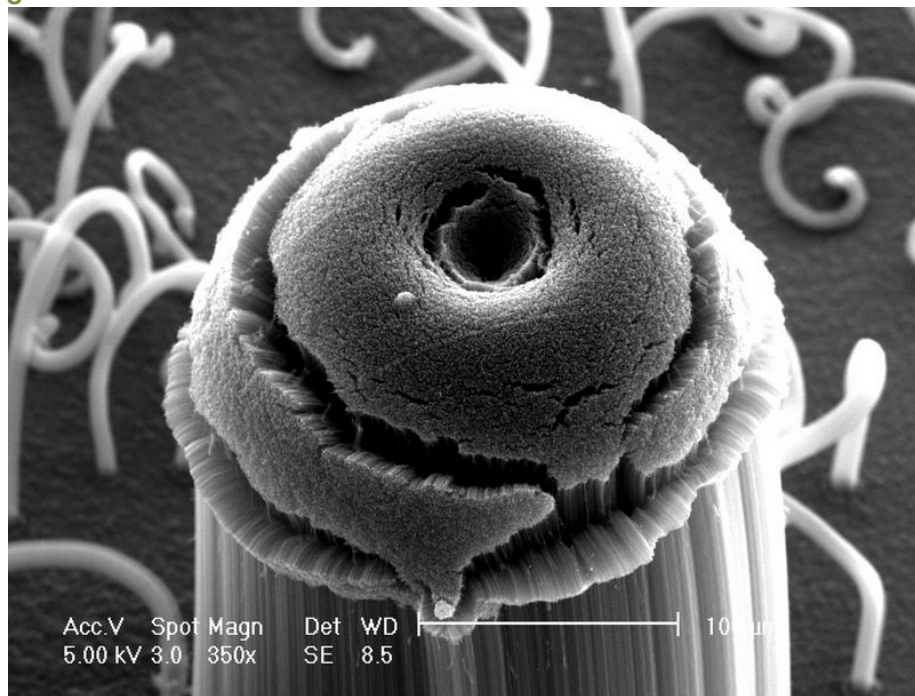


Не менее интересные структуры получаются из кремния. Например, нагревая кремниевую подложку выше

7



8



температуры плавления, а затем быстро охлаждая ее до затвердевания, выращивают ветвистые кремниевые деревья (фото 9). Плазменное травление в такой атмосфере и при таком режиме, когда образующиеся мелкие частички диоксида кремния падают обратно на подложку, дает возможность создавать ландшафты, где в окружении наноек стоят башни замков нановеликанов (фото 10). Ну и, наконец, кремниевые пики удастся покрыть паутиной из углеродных нанотрубок (фото 11). В общем, разнообразие форм, которые получают из нанотрубок и кремния, огра-

ничено не техническими возможностями метода, но лишь фантазией их создателей. А ведь если посмотреть невооруженным глазом, то все эти леса и горы ничем не примечательны (фото 12). Хлопья сажи, не более; неловко коснешься — все пальцы перепачкаешь.

12



# analytikjena

## Отличие в качестве

Компания **Analytik Jena** гордится своей полуторавековой историей, а также вкладом в развитие оптической спектроскопии и элементного анализа. На сегодняшний день накопленные опыт и знания успешно используются в производстве «умных» приборов, отвечающих самым взыскательным требованиям современности.

Молекулярная спектроскопия



**СВОБОДА ВЫБОРА**

Атомная спектроскопия



**ЭКСКЛЮЗИВНОСТЬ**



Элементный анализ



**НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ**

Анализ суммарных параметров



**БЫСТРОТА. ТОЧНОСТЬ**



# Корни религии

Ричард Докинз

Знаменитый Ричард Докинз — ученый, писатель, атеист — бросил вызов всему сверхъестественному. «Почему бы не проанализировать вероятность существования бога?» Докинз рассматривает концепцию бога как одну из научных гипотез и анализирует ее с помощью логики и научного метода. Результат этой работы — книга «Бог как иллюзия», вышедшая в конце 2008 года на русском языке. Книгу выпустило издательство «КоЛибри» при поддержке благотворительного фонда Д.Б.Зимины «Династия». Предлагаем вашему вниманию фрагменты одной из глав этой книги. Но нашим читателям мы советуем бы прочитать книгу целиком. Независимо от личных убеждений каждого.

## Императив Дарвина

У каждого есть собственная любимая теория о том, откуда появилась религия и почему она присутствует во всех человеческих культурах. Религия утешает, спланирует членов общества, удовлетворяет жажду познания смысла жизни. Я еще вернусь к этому, но сначала хочу подробнее рассмотреть другой вопрос, важность которого для данного обсуждения станет очевидна в дальнейшем: дарвиновский вопрос о естественном отборе.

Осознав, что мы являемся продуктами дарвиновской эволюции, рассмотрим, какого рода давление (или сумма давлений) естественного отбора первоначально способствовало возникновению религии. Данный вопрос обязательно нужно решить еще и потому, что налицо нарушение обычного требования дарвиновской теории об экономии. На религиозные обряды растрачивается огромное количество ресурсов, а дарвиновский отбор неустанно отсеивает лишние затраты. <...> Если дикое животное постоянно выполняет бесполезные действия, естественный отбор предпочтет его конкурента, расходующего время и энергию на выживание и размножение. Природа не поощряет пустых забав. В ней всегда побеждает безжалостный утилитаризм, даже если на первый взгляд может показаться, что это не так.

Хвост павлина при поверхностном рассмотрении кажется бесспорным примером именно «пустой забавы», ненужной роскоши. Не вызывает сомнения, что шансов выживания он своему владельцу не увеличивает. Однако обладатель самого пышного украшения успешнее, по сравнению с конкурентами, распространяет свои гены. Хвост служит рекламой — его существование оправдано в глазах природной экономии способностью привлекать самок. То же самое можно сказать о времени и силах, затрачиваемых птицей шалашником на сооружение шалаша; постройка выполняет роль своеобразного «хвоста», построенного из травы, веточек, ярких ягод, цветов, а если удастся отыскать — и бусин, безделушек и бутылочных пробок. Или возьмем пример, не связанный с рекламой, — муравление, «энтинг»: странная привычка некоторых птиц, скажем соек, «купаться» в муравейнике или набивать муравьев в перья. До сих пор польза муравления для птиц до конца не разгадана — возможно, муравьи избавляют их от живущих в перьях паразитов; есть и другие теории, слабо подтвержденные пока доказательствами. Но отсутствие уверенности в деталях механизма не мешает — и не должно мешать — дарвинистам предполагать с большой долей уве-

Публикуется в сокращении.



КНИГИ

ренности, что муравление для чего-то нужно. <...> Для дарвиниста естественно предположить то же самое и в отношении религии — именно поэтому я и завел об этом разговор.

С точки зрения эволюциониста, религиозные ритуалы так же «бросаются в глаза, как павлины на залитом солнцем лугу» (по выражению Дэна Деннета). Религиозное поведение — человеческий эквивалент муравления или строительства «шалаша». На него затрачивается масса времени и энергии, а его проявления порой становятся не менее причудливыми, чем оперение райской птицы. Из-за религии жизнь верующего и окружающих может оказаться в опасности. Тысячи людей подвергались за веру мучениям, часто от рук фанатиков, чьи убеждения лишь весьма незначительно отличались от верований их жертв. Поглощаемые религией ресурсы порой достигают колоссальных размеров. Для строительства средневекового собора требовались сотни человеко-лет труд, однако результат не служил ни для жилья, ни для какой-либо другой утилитарной цели. Не являлся ли он своеобразным архитектурным павлиньим хвостом? Если да, то на кого нацелена подобная реклама? Большая часть талантливых индивидов эпохи Возрождения создавала религиозные музыкальные и художественные произведения. Верующие умирали и убивали за своих богов; бичевали себя в кровь, обрекали на пожизненное безбрачие и молчаливость — и все ради религии. Зачем? В чем ее польза?

В дарвинизме под «пользой» обычно подразумевается улучшение шансов генов индивида на выживание. Однако такое определение не является полным; в нем не учитывается, что дарвиновская «польза» может проявляться не только по отношению к отдельному организму. «Польза» может быть направлена также на три другие возможные цели. Одна из них связана с теорией группового отбора, к которому мы еще вернемся. Второе проявление пользы связано с теорией, описанной мною в книге «Расширенный фенотип», а именно: данный организм может производить некие действия не потому, что это выгодно ему самому, а потому, что им манипулируют гены другого организма, возможно паразита. Дэн Деннет напоминает, что во всех человеческих обществах неизбежно присутствует не только религия, но и простуда, однако никто не утверждает, что простуда приносит людям пользу. <...>

В-третьих, в центральную теорему вместо понятия «гены» можно подставить более общее понятие «репликаторы». Факт повсеместного распространения религии может означать, что она действительно приносит пользу, но вовсе не обязательно нам или нашим генам. Религия, возможно, приносит пользу только самим религиозным идеям, которые ведут себя в данном случае как репликаторы, до некоторой степени похожие на гены. <...>

Пока же вернемся к таким более традиционным для дарвинизма толкованиям «пользы», как выгоды для выживания и размножения индивида. <...>

Несмотря на различия мировых культур, не известно ни одной, где не было бы того или иного варианта поглощающей время и ресурсы, вызывающей раздоры, отрицающей факты и порождающей досужие вымыслы религии. Некоторые образованные люди впоследствии отходят от религии, но воспитываются они в лоне той или иной веры, от которой

затем сознательно решают отказаться. «И все-таки ты протестантский атеист или католический?» – в этой старой североирландской шутке есть горькая правда. Религиозное сознание можно назвать общечеловеческим в том же смысле, в каком общечеловечно гетеросексуальное поведение. Оба эти обобщения предполагают существование исключений из правила; однако исключения осознают, что они – отклонение от общей нормы. А для общей видовой нормы нужно найти дарвиновское объяснение.

Пользу сексуального поведения объяснить по Дарвину несложно. Даже несмотря на противозачаточные средства и гомосексуальные проявления, оно приводит к появлению потомства. А как объяснить религиозное поведение? Почему люди постыятся, преклоняют колени, падают ниц, истязают себя, безумно кивают, уставившись в стену, отправляются в Крестовые походы или совершают другие изнурительные действия, способные поглотить, а иногда и прекратить их существование?

## Прямые преимущества религии

Существуют некоторые основания полагать, что религиозные верования предохраняют людей от болезней, вызываемых стрессом. Эти факты проверены не до конца, но было бы удивительно, если бы они оказались правдой, как и случается время от времени «чудесное исцеление» верующих. Думаю, не стоит даже упоминать, что подобные положительные события ни в коей мере не доказывают истинность религиозных постулатов. По словам Джорджа Бернарда Шоу, «счастье верующего по сравнению со скептиком означает не больше, чем счастье пьяницы по сравнению с трезвым человеком».

Часть врачебной помощи заключается в утешении и подбадривании доктором пациента. Данный факт не стоит сбрасывать со счета. Мой врач, например, отнюдь не занимается наложением рук, однако бесцельное количество раз мои незначительные недуги мгновенно «проходили» от одного ободряющего звука его голоса и вида уверенного, обрамленного стетоскопом мудрого лица. Эффект внушения хорошо изучен и не считается таким уж загадочным. Доказано, что бутафорские, не содержащие никаких лекарств таблетки могут замечательным образом улучшить состояние больного. Именно поэтому в корректно поставленных испытаниях новых лекарств обязательно предусматривается наличие контрольной группы, принимающей бутафорские препараты. <...>

Может быть, религия также является бутафорским средством – плацебо, продлевающим жизнь за счет снижения стресса? Возможно, хотя на пути этой теории встанет немало скептиков, отмечающих, что зачастую религия не снимает стресс, а, наоборот, создает. Например, трудно поверить, что болезненное чувство вины, зачастую испытываемое обладающими нормальной человеческой впечатлительностью, но не очень далекими католиками, значительно улучшает их здоровье. Но несправедливо в данном контексте упоминать лишь католиков. Американская комедийная актриса Кейти Лэдман заметила: «Какую религию ни возьми, все убеждают, что ты кругом виноват, только праздники у них разные». Как бы то ни было, мне кажется, что одним эффектом плацебо невозможно объяснить повсеместную, всеохватную тягу людей к религии. Не думаю, что религия возникла среди наших предков как успокаивающее средство. Слишком мелкой представляется эта причина, хотя не исключено, что снятие стресса играло некоторую вторичную роль. Но полное объяснение такого крупного феномена, как религия, по плечу лишь крупной теории.

В некоторых теориях эволюционное объяснение совсем отсутствует. Я говорю об утверждениях типа «религия удовлетворяет наше любопытство относительно Вселенной и нашего места в ней» или «религия утешает». <...> Как сказал в книге «Как работает ум» Стивен Пинкер, «тут же неизбежно

возникает вопрос: зачем в процессе эволюции в мозге закрепилась способность находить утешение в заведомо ложном веровании? Мерзнувшему человеку не помогут уверения в том, что ему тепло; столкнувшийся со львом путник не спасется, если вообразит льва безобидным кроликом». Если уж и рассматривать теорию утешения, ее необходимо обосновать с точки зрения эволюции, а это не так легко, как может показаться. Психологические рассуждения о приятности или неприятности той или иной веры для людей представляют собой предварительные, но не исчерпывающие объяснения.

Эволюционисты четко разграничивают предварительные и окончательные объяснения. Предварительным объяснением сгорания топлива в цилиндре двигателя внутреннего сгорания служит появление искры. Исчерпывающее объяснение должно объяснять, зачем нужно сгорание топлива в цилиндре: возникает толчок поршня, вызывающий поворот коленчатого вала. Предварительным объяснением религиозности может оказаться повышенная активность определенного участка головного мозга. Но я не хочу отвлекаться на обсуждение неврологических гипотез «божьего участка» в мозгу, потому что предварительные объяснения не входят сейчас в нашу задачу. <...>

В данной главе мы занимаемся поисками исчерпывающих, эволюционных объяснений. Если даже нейробиологи обнаружат в мозгу «божий участок», мы, эволюционисты, по-прежнему будем стремиться понять, почему он был отобран естественным отбором. Почему наши предки, имеющие генетическую предрасположенность к появлению «божьего участка», выжили успешнее и имели больше потомков, чем те, у кого такая предрасположенность отсутствовала? Данный эволюционный, исчерпывающий вопрос не лучше, не глубже, не «научнее» предварительного вопроса нейробиологов. Просто мы занимаемся сейчас именно им.

Не устраивают дарвинистов и политические объяснения, например такие: «Религия – это орудие правящего класса для порабощения масс». Не вызывает сомнения, что обещание загробного блаженства утешало чернокожих рабов в Америке и притупляло их возмущение условиями жизни, потворствуя, таким образом, рабовладельцам. Вопрос о намеренном изобретении религии циничными священниками или правителями интересен с исторической точки зрения, но сам по себе отношения к эволюции не имеет. Ученому-дарвинисту по-прежнему необходимо понять, почему люди так легко поддаются обаянию религии и оказываются жертвой священников, политиков и королей. <...>

## Групповой отбор

Некоторые предлагаемые исчерпывающие объяснения оказываются на поверку – или очевидно являются – утверждениями, основанными на теории группового отбора. Групповой отбор – это спорная идея, согласно которой естественный отбор идет на уровне видов или других групп особей. Кембриджский археолог Колин Ренфрю выдвинул предположение о том, что выживанию христианства с его идеями помощи единоверцам и христианской братской любви способствовал механизм, аналогичный групповому отбору, в результате которого более религиозные группы получали преимущество по сравнению с группами менее религиозными. Аналогичную, более подробно разработанную гипотезу параллельно выдвинул в своей книге «Собор Дарвина» американский сторонник группового отбора Д.С.Уилсон.

Предлагаю вашему вниманию вымышленный пример, иллюстрирующий возможный механизм действия группового отбора в случае религии. Поклоняющееся крайне агрессивному «богу войны» племя побеждает в схватке с соседними, молящимися миролюбивым богам или вообще нерелигиозными племенами. Непокоримо уверенные в том, что





смерть на поле брани обеспечивает им прямую дорогу в рай, воины бесстрашны в сражении и не боятся смерти. Такие племена побеждают в междоусобных войнах, угоняют стада соседей и забирают их женщин в наложницы. Разросшись, такие племена делятся на дочерние, которые, откочевав, делятся опять, продолжая молиться все тому же божеству. Кстати, идея вычленения, подобно роению улья, дочерних групп из материнской довольно правдоподобна. В знаменитом исследовании Наполеона Шаньона о южно-американских индейцах яномама – «свирепом народе» – автор отметил именно такое «отпочковывание» деревень.

Однако Шаньон, как и я, не является сторонником теории группового отбора. Против нее существуют серьезные возражения. <...> Скептически относящиеся к групповому отбору ученые признают, что в принципе он может иметь место. Вопрос в том, является ли он существенной эволюционной силой. Во многих конкретных ситуациях – допустим, когда групповым отбором пытаются объяснить самопожертвование отдельных особей – отбор на низших уровнях, по-видимому, более эффективен. Представьте, например, в нашем гипотетическом племени, среди готовых к смерти и загробному блаженству героев, одного эгоиста. От его решения держаться в стороне и спасать собственную шкуру шансы племени на победу уменьшатся незначительно. Героическое самопожертвование одноплеменников принесет больше выгоды ему, чем любому из них, говоря в среднем, ведь многие из них погибнут. Он же, по сравнению с ними, увеличит свои шансы на размножение, и его отрицающие героическую смерть гены с большей вероятностью будут унаследованы следующим поколением. Соответственно в следующих поколениях стремление к героической смерти будет уменьшаться. (Очевидно, индейцы яномама понимают это не хуже Докинза: по их обычаям мужчины, получившие статус юнокаи, — воины, участвовавшие в набегах и убивавшие врагов, — имеют больше жен и значительно больше детей, чем не-юнокаи, таким образом, численность «эгоистов» не возрастает. См. об этом, например, в статье М.Л.Бутовской, «Химия и жизнь», 2003, □ 7—8. — Примеч. ред.)

Это, конечно, крайне упрощенный пример, но он позволяет обнаружить недостаток идеи группового отбора. Объяснения самопожертвования особей с позиции теории группового отбора уязвимы – они разъедают себя изнутри. Смерть и размножение особей происходят быстрее и чаще, чем вымирание и членение групп. Для определения специальных условий, при которых в процессе эволюции проявляется групповой отбор, можно разработать математическую модель. Как правило, в природе подобные условия не встречаются, но легко возразить, что, возможно, религии в племенных группах как раз помогают создать такие, иначе не существующие, условия. Это интересная теория, но я не буду обсуждать ее здесь подробно; замечу только, что сам Дарвин, несмотря на свою обычную твердую приверженность отбору на уровне индивидуальных организмов, ближе всего подошел к идее группового отбора именно при обсуждении первобытных племен:

*Если два племени первобытных людей, живших в одной и той же стране, вступали между собою в состязание, то (при прочих равных условиях) одолевало и брало верх то племя, в котором было больше мужественных, воодушевленных любовью к ближним, верных друг другу членов, всегда готовых предупреждать друг друга об опасности, оказывать помощь и защищать друг друга... Себялюбивые и недружелюбные люди не могут сплотиться, а без сплочения мало чего можно достичь. Племя, одаренное указанными выгодными качествами, распространится и одолеет другие племена; но с течением времени, судя по всей истории прошлого, оно будет в свою очередь побеждено каким-либо другим, еще выше одаренным племенем. (Цит. по: Чарльз Дарвин. Происхождение человека и половой подбор. Пер. И.М.Сеченова.)*

Для читающих эту книгу специалистов-биологов добавлю, что идея Дарвина не является в строгом смысле групповым отбором, то есть вычленением дочерних групп из успешных материнских с возможностью подсчета их числа в метапопуляции групп. Дарвин больше говорит об увеличении численности индивидов в племени, где распространены альтруизм и сотрудничество. Приведенная им модель скорее напоминает распространение в Великобритании серой белки, которая постепенно вытеснила рыжую; не столько настоящий групповой отбор, сколько экологическое замещение.

## Религия как побочный результат чего-то другого

Позвольте теперь перейти от группового отбора к моему собственному взгляду на ценность религии для выживания в процессе естественного отбора. Я разделяю мнение все увеличивающегося числа биологов, полагающих, что религия является побочным продуктом какого-то другого феномена. <...> Позвольте пояснить идею побочного продукта примером из области моей экспертизы – поведения животных.

Нередко можно наблюдать летящих на огонь свечи мотыльков, и нельзя сказать, что их поведение случайно. Прилагая массу стараний, они бросаются в пламя, превращая свои тельца в факел. Можно назвать подобное поведение «само-сожжением» и под впечатлением этого многозначительного названия размышлять, по какой странной причине естественный отбор мог закрепить подобное поведение. Я же предлагаю, прежде чем приступать к поиску ответа, по-другому задать сам вопрос. Перед нами – не самоубийство. То, что выглядит как самоубийство, возникает как непреднамеренный побочный эффект чего-то другого. Чего именно? <...>

Искусственный свет появился в ночной темноте сравнительно недавно. До этого единственными источниками света в ночи были луна и звезды. Поскольку они находятся от нас на огромном расстоянии, идущие от них световые лучи – параллельны, и их можно использовать в качестве компаса. Известно, что насекомые используют солнце и луну в качестве компаса, чтобы лететь, точно придерживаясь одного направления. Они могут использовать тот же компас – с обратным знаком – и для возвращения в исходную точку. Нервная система насекомого приспособлена для выработки временных правил поведения, примерно таких: «Держать курс так, чтобы луч света попадал в глаз под углом тридцать градусов». Глаза у насекомых – сложные, состоящие из прямых светонаправляющих трубочек или конусов (омматидиев), расходящихся из центра глаза, как иголки у ежа. Поэтому вполне возможно, что на практике «инструкция» еще проще: лететь так, чтобы свет все время попадал в определенную трубочку – омматидий.

Однако световой компас правильно работает только в том случае, если источник света находится очень далеко. Иначе лучи будут не идти параллельно, а расходиться из одной точки, подобно спицам в колесе. Если нервная система даст инструкцию лететь так, чтобы свет падал в глаз под углом

тридцать градусов (или любым другим острым углом), но путеводным источником света окажется не луна или солнце, а горящая свечка, то такая инструкция неизбежно приведет насекомое по спиральной траектории в пламя. Попробуйте сами нарисовать схему, используя любой острый угол, и у вас получится элегантная логарифмическая спираль, заканчивающаяся в точке положения свечи.

Несмотря на печальный исход в данном частном случае, вышеописанное поведение в целом для мотыльков полезно, потому что видимый ими источник света гораздо чаще оказывается луной, чем горячей свечой. Мы не замечаем мириады бесшумно и успешно летящих к своей цели мотыльков, руководимых светом луны или яркой звезды; мы видим только тех, что сгорают, покрывшись вокруг пламени свечи, и задаем неправильно поставленный вопрос: что подвигает мотыльков на самоубийство? Вместо этого нужно было бы спросить: почему их нервная система использует в качестве компаса направление световых лучей – тактику, которую мы замечаем, только когда она дает сбой. Стоило перефразировать вопрос – и тайна пропала. Никакого самоубийства не было. Мы столкнулись с губительным побочным эффектом навигационной системы, которая в нормальном случае вполне эффективна.

Попробуем теперь применить полученный урок к религиозному поведению. В мире существует огромное количество людей – достигающее во многих районах ста процентов, – чьи верования полностью противоречат научным фактам, равно как и представлениям конкурирующих религий. Эти люди не только страстно верят, но затрачивают массу времени и ресурсов на дорогостоящие, расточительные действия, которых требуют от них эти верования. За веру умирают и убивают. Подобное поведение поражает не меньше, чем поведение летящего на пламя свечи мотылька. Почему они так поступают? – озадаченно спрашиваем мы. Но я считаю, что ошибка заключается в постановке вопроса. Религиозное поведение может оказаться злополучным, досадным побочным продуктом некой более глубокой, нижележащей психологической особенности, которая является или являлась в прошлом действительно ценной для выживания. Эта особенность, поддержанная естественным отбором у наших предков, сама по себе не есть религия; у нее имеется какая-то другая ценность для выживания, и только при определенных обстоятельствах она проявляется в виде религиозных верований. Чтобы понять религиозное поведение, его придется переименовать. <...>

Моя собственная гипотеза касается детей. Более, чем у какого-либо другого вида, наше выживание зависит от накопленного предыдущими поколениями опыта и передачи его детям для обеспечения их защиты и благополучия. Дети в принципе могут и на собственном опыте убедиться, что не следует подходить слишком близко к краю обрыва, есть незнакомые красные ягоды, плавать в кишасей крокодилами реке. Но очевидно, что больший шанс на выживание будет у ребенка, мозг которого автоматически, как у мотылька, подчиняется правилу: беспрекословно верь тому, что говорят старшие. Слушайся родителей, слушайся старейшин, особенно когда они говорят строгим, угрожающим тоном. Доверяй старшим без рассуждений. Для ребенка это, как правило, выигрышная стратегия. Но, как и в примере с мотыльками, в ней имеются уязвимые места. <...>

Автоматическим следствием этого является неспособность отличить хороший совет от плохого. Ребенок не в состоянии понять, что «не купайся в кишасей крокодилами Лимпопо» – это разумное предостережение, а «в полнолуние нужно принести в жертву богам козу, иначе будет засуха» – в лучшем случае трата времени и коз. Для него оба высказывания звучат одинаково веско. Оба поступают от авторитетного источника и произносятся серьезным, вызывающим уважение и доверие тоном. То же относится к суждениям об устройстве мира, Вселенной, о морали и человеческой природе. И

скорее всего, достигнув зрелости, этот ребенок перескажет не менее серьезным тоном все услышанное – мудрость вплетенную с глупостью – собственным детям.

Исходя из этой модели, следует ожидать, что в различных регионах мира, наряду с полезными крупными народными мудростями, такими, как полезность удобрения полей навозом, из поколения в поколение не менее истово будет передаваться вера во всевозможные произвольные, не имеющие фактического основания убеждения. Следует также ожидать, что суеверия и другие не подкрепленные фактами предрассудки будут с течением времени эволюционировать, меняться либо в силу случайного распространения вариантов (дрейфа), либо за счет механизмов, аналогичных дарвиновскому отбору. В результате в разных группах людей в конце концов разовьются местные варианты верований, значительно отличающиеся от общего первоисточника. В условиях географического разделения по прошествии определенного времени из одного исходного языка образуются новые (мы еще вернемся к этому). То же самое, судя по всему, происходит и с передающимися из поколения в поколение произвольными домыслами и не имеющими фактической основы верованиями, распространению которых, возможно, немало помогает та полезная для выживания легкость, с которой детский ум поддается программированию.

Религиозным лидерам хорошо известна податливость детского мышления и важность внушения доктрин в раннем возрасте. «Дайте нам ребенка в первые семь лет жизни, и мы сделаем из него человека», – хвастливо заявляли иезуиты. Точное и довольно злое, несмотря на банальность, замечание. <...>

## Психологическая предрасположенность к религии

Идея о психологических побочных продуктах естественным образом вытекает из исследований в важной, быстро развивающейся области науки – эволюционной психологии. По мнению эволюционных психологов, подобно тому как глаз представляет собой появившийся в результате эволюции орган для видения, а крыло – орган для полета, мозг – это совокупность органов (участков, «модулей») для обработки важной для организма специфической информации. Один участок мозга занимается информацией о родстве, другой – отношениями «ты мне – я тебе» (так называемыми реципрокными отношениями), третий участок отвечает за соперничество и так далее. Религию можно рассматривать как результат сбоев в работе нескольких из этих модулей, например участка для формирования теорий о разуме других людей; участка для образования коалиций и участка для предпочтения одноплеменников чужакам. Любая из этих ментальных функций может выступать в роли человеческого аналога ночного ориентирования мотыльков по звездам и точно так же может дать сбой, как и уже рассмотренная нами доверчивость детского ума. Еще один сторонник идеи о том, что религия является побочным продуктом полезных психических свойств, – психолог Пол Блум заметил, что у детей имеется природная склонность к дуализму. <...>

Дуалист полагает, что между материей и сознанием существует коренное различие. Монист, напротив, считает сознание порождением материи (мозговых тканей или, возможно, компьютера), не способным существовать отдельно от нее. Дуалисту представляется, что сознание – это своего рода бесплотный дух, обитающий в теле и теоретически способный покинуть его и переместиться в другое обиталище. Дуалисты с готовностью объясняют душевные заболевания «вселением нечистой силы», то есть тем, что в теле временно обосновались злые духи, которых нужно «изгнать». При малейшей возможности дуалисты персонифицируют неодушевленные физические объекты и обнаруживают

духов и демонов в водопадах и плывущих облаках. <...>

Идея о существовании где-то вне досягаемости людских чувств «меня», способного, по крайней мере в художественной литературе, перемещаться в чужую голову, очень глубоко коренится в нашем сознании и не исчезает полностью даже в случае интеллектуальной приверженности монизму. Блум подтверждает это экспериментальными данными, которые показывают, что дети, особенно малыши, гораздо более склонны к дуализму, чем взрослые. <...>

Блум также выдвигает гипотезу о природной предрасположенности людей к креационизму. Естественный отбор трудно понять на интуитивном уровне. Как указала в своей статье «Дети – "интуитивные теисты"?» Дебора Келеман, малыши склонны всему приписывать цель. Облака нужны «для дождя». Острые обломки скал – «чтобы звери могли потереться об них, если у них зачесется шкурка». Приписывание всему целесообразности называется телеологией. Дети – природные телеологи и могут остаться таковыми до конца своих дней.

В определенных условиях врожденный дуализм и врожденная телеология склоняют разум к религии, подобно тому как беспрекословное подчинение мотылька небесному компасу склоняет его к непреднамеренному «самоубийству». Свойственный нам дуализм помогает поверить в «душу», обитающую в теле, но не являющуюся его составной частью. После этого не так уж и трудно представить себе перемещение такого бесплотного духа в другую обитель после смерти телесной оболочкой. Также будет легко вообразить существование божественной воли, которая является не свойством сложно организованной материи, а «чистым» нематериальным духом. Детская телеология с еще большей очевидностью подталкивает нас к религии. Если у всего есть цель, то кто ее установил? Бог, конечно.

Польза светового компаса для мотылька очевидна, но в чем выгода этих двух психологических особенностей? Почему естественный отбор благоприятствовал дуализму и телеологии в сознании наших прародителей и их потомков? Пока мы только отметили природную склонность людей к дуализму и телеологии, но не выяснили, в чем состоит эволюционное преимущество этих свойств психики. Для выживания в нашем мире очень важно уметь предсказывать поведение окружающих объектов, и можно предположить, что естественный отбор совершенствовал наш мозг для быстрого и эффективного выполнения подобной работы. Могут ли дуализм и телеология как-то помочь в этом? Чтобы лучше разобраться в данной гипотезе, воспользуемся предложенным философом Дэниелом Деннетом понятием «целевой, или интенциональный, уровень».

Деннет выделил три уровня, или позиции, на которых работает наше мышление при попытке понять и, следовательно, предсказать поведение животных, механизмов или соплеменников: «физический», «проектный» и «целевой». Физический уровень в принципе всегда работает безотказно, потому что все окружающее подчиняется законам физики. Но предсказание поведения объекта на основе анализа его физических свойств может оказаться слишком долгим делом. <...>

Живые организмы никто не проектировал, но благодаря действию естественного отбора относительно них тоже можно делать прогнозы на проектном уровне. Допустив, что сердце «сделано» для перекачки крови, мы быстрее разберемся в его работе. На основе предположения о том, что яркая окраска цветов «спроектирована» для привлечения пчел, Карл фон Фриш открыл цветное видение последних (хотя до этого считалось, что пчелы не различают цвета). <...>

Целевой, или интенциональный, уровень (уровень намерений) по сравнению с проектным является еще более эффективным упрощением задачи. Предполагается, что объект не только спроектирован с определенной целью, но еще и содержит в себе некое активное начало, направляющее его



действия к определенной цели. При виде тигра лучше не задумываться надолго о его возможном поведении. Не важно, как взаимодействуют на физическом уровне его молекулы, не важно, как сконструированы его лапы, когти и зубы. Эта кошечка собирается вами пообедать, и для выполнения своего намерения она самым ловким и эффективным образом использует и лапы, и когти, и зубы. Самым быстрым способом предсказания ее поведения будет, забыв о физическом и проектном уровне, сразу перепрыгнуть на целевой. Заметим, что, подобно тому как проектный уровень можно использовать для спроектированных и для неспроектированных вещей, целевой уровень также можно применять как для имеющих сознательные цели объектов, так и для объектов, сознательных целей не имеющих.

Кажется весьма правдоподобным, что работа на целевом уровне – это ценный для выживания механизм работы мозга, позволяющий ускорить принятие решений в случае опасности или в сложных социальных ситуациях. Необходимость дуализма для работы на целевом уровне может показаться менее очевидной. Не вдаваясь здесь глубоко в данный вопрос, замечу лишь, что возможно существование определенной разновидности «теории разума», основанной на дуализме, которая задействуется при принятии решений на целевом уровне – особенно в сложных социальных ситуациях и, в еще большей степени, при проявлениях интенциональности высших порядков.

Деннет говорит об интенциональности третьего порядка (мужчина считал, что женщина знает, что его к ней влечет), четвертого порядка (женщина поняла, что мужчина считает, что женщина знает, что его к ней влечет) и даже пятого порядка (шаман угадал, что женщина поняла, что мужчина считает, что женщина знает, что его к ней влечет). <...>

В случае интенциональности высоких порядков целевой уровень, подобно проектному, позволяет ускорить предсказание поведения окружающих, а это, в свою очередь, помогает выжить. Поэтому естественный отбор благоприятствовал использованию мозгом предсказаний на целевом уровне для ускорения работы. Таким образом, мы просто-напросто запрограммированы приписывать намерения объектам, от чьего поведения зависит наше существование. <...>

Проектный и целевой уровни – это полезные механизмы сознания, позволяющие ускорить предсказание поведения важных для выживания объектов, таких, как хищники или потенциальные партнеры. Но, подобно другим полезным приспособлениям, эти механизмы могут дать осечку. Дети и примитивные народы приписывают целенаправленное поведение погоде, волнам, течениям, падающим камням. Да и все мы частенько рассуждаем подобным образом о машинах, особенно когда они нас подводят. <...> Джастин Баррет придумал для этой ментальной функции термин «сверхактивное устройство для обнаружения целеустремленных агентов» (HADD, hyperactive agent detection device). Мы сверхактивно занимаемся поисками целенаправленности и чьей-то воли там, где ее нет, и подозреваем злой или благой умысел в равнодушии природы.



# ИнформНаука



## физиология

### Биение замерзшего сердца

*Оживить сердце в охлажденном организме, не отогревая его, удалось специалистам из группы физиологии терморегуляции и биоэнергетики Института физиологии им. И.П.Павлова РАН (Санкт-Петербург) под руководством доктора медицинских наук, профессора К.Иванова (termo@pavlov.infran.ru).*

У замерзающего животного или человека сначала прекращает работать система терморегуляции, затем останавливается дыхание и в конце концов сердце. Его работу пытаются восстановить, согревая глубоко охлажденный организм, но это смертельно опасно. Разумнее попробовать запустить сердце на холоде и лишь потом предпринимать следующие шаги по спасению.

Недавно российские исследователи показали, что изолированное сердце после остановки на холоде вновь начинает сокращаться, если уменьшить в 1,5–2,5 раза содержание ионов калия в крови. Дальнейшие эксперименты проводили на крысах. Животных под наркозом помещали в холодильник, охлаждали, пока температура в прямой кишке не падала до 15,4°C. Затем замерзшую крысу доставали и в течение трех минут вводили в вену 5 мл плазмозаменителя полиглюкина, в котором нет ионов калия. Эта процедура позволяла разбавить кровь, уменьшив в ней содержание ионов калия почти в полтора раза. Во время эксперимента снимали электрокардиограмму, измеряли частоту и амплитуду дыхания, температуру в прямой кишке.

У крыс, охлажденных до 15,4°C, дыхание прекращалось полностью, частота сердечных сокращений уменьшалась в десятки раз, до 14–15 в минуту. После инъекции полиглюкина сердцебиение стало ритмичнее, частота сердечных сокращений возросла до 30. Животные задышали, хотя очень редко – 1–5 вдохов в минуту. Через 5 минут после начала введения полиглюкина концентрация ионов калия в крови достигла минимума, через 10 минут вернулась к исходному уровню за счет резервов ионов калия в тканях. К этому моменту частота и амплитуда сердцебиений вновь уменьшились, температура тела понизилась на один градус, хотя крысы находились при комнатной температуре. Через 15–25 минут сердце полностью остановилось.

Известно, что слишком высокая концентрация ионов калия в крови приводит к остановке сердца при нормальной температуре тела. При охлаждении же чувствительность сердца к калию резко возрастает, оно не переносит даже нормальной его концентрации. В этих условиях сердце стимулирует уменьшение содержания ионов калия в крови примерно на 35–40% стимулирует сердце.

Оказывается, постепенная остановка сердца при замерзании в известной степени связана с действием ионов калия, но специалисты, изучавшие переохлаждение, почти столетие не замечали этого факта. Между тем он очень важен с практической точки зрения. По сведениям английской компании Ллойда, много моряков погибает на борту спасательных судов от охлаждения и последующего неосторожного отогревания при очень слабой работе сердца. Введение в кровь этим несчастным 500–800 мл полиглюкина, что само по себе безопасно, может стимулировать работу сердца и уменьшить риск летального исхода.

## НАНОТЕХНОЛОГИИ

### Нанотрубки из лиственницы

*Биологически активное вещество таксифолин способно образовывать микро- и нанотрубки, ко-*

*торые могут найти применение в медицине. Рост биоактивных нанотрубок изучали сотрудники Института теоретической и экспериментальной биофизики и Института биофизики клетки РАН (Пушкино) (tarahovsky@rambler.ru).*

Наноматериалы, в состав которых входят биологически активные вещества, все больше интересуют исследователей. Полагают, что их использование расширит возможности адресной доставки лекарств. Пушкинские биофизики анализировали образование нанотрубок из таксифолина.

Таксифолин, или дигидрохверцетин, – вещество растительного происхождения, относящееся к группе флавоноидов. Его получают из древесины лиственницы сибирской и лиственницы даурской. Этот мелкокристаллический или аморфный порошок светло-желтого цвета, без запаха, слегка горьковатого вкуса обладает множеством полезных свойств – связывает токсины различного происхождения, препятствует развитию атеросклероза, обладает противоаллергическим и противовоспалительным действием...

Если приготовить водный концентрированный раствор таксифолина, густой, как сироп, то в нем начнут образовываться многочисленные игольчатые кристаллы и фибриллы, длиной до 100 мкм. Их толщина – от 50–80 нанометров до одного микрометра. Они прозрачны, в некоторых случаях хорошо заметна цилиндрическая структура волокон, поэтому ученые предположили, что таксифолин при растворении образует трубки. Стенки некоторых настолько тонки, что с трудом различимы под микроскопом.

Нанотрубки могут служить наноконтейнерами для хранения и доставки лекарств. А поскольку сам таксифолин обладает биологической активностью и мощным антиоксидантным действием, он вдобавок защитит помещенные в него препараты от окисления. Впрочем, пока это лишь идеи, которые требуют экспериментальной проверки.





## АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

# Кровь, вино и ПОТ

Уникальные биосенсоры для определения глюкозы, лактата, пероксида водорода и некоторых других соединений разработали сотрудники Химического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова. Врачам такие устройства помогут быстро поставить диагноз, пациентам – упростят обследование, специалистам, контролирующим качество продуктов питания, позволят легко выявлять поддельные вина и некачественное молоко. Исследование выполнено при поддержке РФФИ и по госконтрактам Федеральной целевой научно-технической программы.

Небольшой, размером примерно 1х3 см, пластиковый прямоугольник с полосками, кружком и дугами – не игрушка, а планарный сенсор для определения концентрации пероксида водорода. Примерно так выглядят и биосенсоры для определения лактата, глюкозы, этанола и других соединений. У этих устройств, созданных под руководством доктора химических наук, профессора А.Карякина, нет равных в мире ни по эффективности (высокой), ни по стоимости (низкой).

«Картинка» на прямоугольнике – это детали устройства, нанесенные методом трафаретной печати: контакты и три электрода (вспомогательный, рабочий и электрод сравнения). Для анализа, конечно, понадобится дополнительное оборудование, в основном типовое: потенциостат – устройство наподобие рН-метра, но несколько сложнее, перистальтический насос и ячейка, в которой происходит собственно определение. Авторы сконструировали ее сами.

Для анализа нужна всего лишь капля (!) исследуемой жидкости – крови, пота, слюны, слез, вина, молока, конденсата выдыхаемого воздуха. Метод настолько селективен, что позволяет распознать определяемое соединение в среде любого состава, в любой концентрации.

Основа метода – электрохимическое определение вещества. Например, пероксид водорода определяют в конденсате выдыхаемого воздуха как маркер некоторых воспалительных процессов в легких. В будущем ученые рассчитывают разработать систему для врачей – фтизиаторов и



пульмонологов, позволяющую надежно и безболезненно уточнять диагнозы и контролировать ход лечения. Традиционно для электрохимического определения пероксида используют дорогие платиновые электроды. Авторам удалось заменить их дешевыми аналогами на основе самого обычного соединения железа – берлинской лазури. Преимущество не только в цене, но и в более высокой избирательности действия. Срок хранения таких электродов практически неограничен.

Другой вариант устройства – биосенсоры для определения лактата, глюкозы, этанола и еще нескольких веществ в биологических средах и продуктах питания. Их концентрацию определяют косвенным путем. В состав одного из электродов вводят специальный фермент. Он избирательно катализирует окисление субстрата – того самого вещества, концентрацию которого надо измерить. При этом выделяется пероксид. По его концентрации можно судить о содержании, например, лактата или глюкозы в образце. Чтобы такие электроды работали долго и надежно, исследователи придумали, как закрепить ферменты в матрице электрода. Ферменты капризны – стоит нарушить структуру молекулы, они перестают работать. Но эта проблема успешно решена – электроды стабильны в течение года, выдерживают до тысячи измерений, однако хранить их желательно в холодильнике.

Электроды хороши не только для клинических анализов. С их помощью можно выявить поддельное вино. Для натуральных вин характерны вполне определенные концентрации сахаров. В суррогатах их пропорции нарушены, поэтому производители маскируют пороки вкуса, подслащивая напиток. Это легко определить с помощью электрохимической ячейки и электродов.

## КРИОФИЗИОЛОГИЯ

# Малая ряска консервирует кровь

*Невзрачное растение ряска малая содержит очень полезный пектиновый полисахарид лемнан. Со-*

*трудники лаборатории криофизиологии крови Института физиологии Коми научного центра УрО РАН впервые показали, что лемнан позволяет сохранять лейкоциты крови живыми и активными после длительного хранения при  $-10^{\circ}\text{C}$  (wendy@ande.kirov.ru).*

Потребность в хранении крови чрезвычайно велика. Удобнее всего ее замораживать, но простого охлаждения клетки не переносят. В раствор необходимо добавлять специальные вещества – криопротекторы, которых известно довольно много, но большинство из них токсичны для клеток. Уральские исследователи предлагают использовать лемнан в качестве криозащитного агента.

Ученые замораживали лейкоциты человеческой крови при температуре до  $-10^{\circ}\text{C}$ . В одной серии опытов – без криозащитного раствора, в другой – с раствором, содержащим глицерин и сукцинат гидроксиметлэ-



тилпиридина, в третьей – в состав раствора дополнительно ввели лемнан (0,15%). Через 1–3 дня хранения клетки оттаивали, проверяли их жизнеспособность и активность.

Активность лейкоцитов определяют по способности заглатывать частички латекса. Оказалось, что без криозащитного раствора клетки хранятся плохо: замораживание и оттаивание разрушает их мембраны. В стандартном криозащитном растворе они менее уязвимы, но оценить способность отогретых клеток поглощать частицы латекса не удалось – во время испытаний ядерные мембраны клеток разрушались.

Криозащитный раствор с лемнаном сохранил лейкоциты в активном состоянии в течение трех суток.



# Чеснок и Мацеста

**В** Советском Союзе самой большой здравницей был Сочи. Вдоль субтропического побережья Черного моря на 145 километров растянулись санатории, где отдыхали и лечились до двух миллионов людей ежегодно. Центром лечебных процедур был и остается Мацеста, где из скважин льется сероводородная вода.

Процесс лечения прост: в ванну наливают довольно темную пахучую воду и больные погружают в нее свое уставшее тело. После десяти процедур люди чувствуют себя лучше. Практика показывает, что сероводородные ванны помогают при заболеваниях нервной и сердечно-сосудистой систем, органов дыхания и опорно-двигательного аппарата, кожи и носоглотки, оказывают противовоспалительный и обезболивающий эффекты.

Неужели сероводород так действует на организм? Ведь в любом справочнике написано, что это яд. Правда, есть данные, что сероводород стимулирует нервные окончания. Может быть, в этом-то все и дело?

Несколько лет назад я побывал в гостях у своего родственника, который устроил Мацесту в своей квартире. Он растирал десять зубчиков чеснока в кашу, заливал их половиной литра горячей воды, настаивал час, а потом выливал это в ванну, наполненную водой. Процедуру, как и полагается, повторял десять дней подряд. Родственник рассказал мне, что рецепт он нашел в журнале «Здоровый образ жизни», пользуется им довольно давно и что это хорошее средство при лечении суставов. Но ванна с чесноком сероводородом не пахла, из чего можно сделать вывод: в ваннах Мацесты и в ванне с чесноком есть какие-то другие соединения, оказывающие схожее лечебное действие. Почему есть основания думать, что это одни и те же соединения, — чуть позже.

Сначала надо рассказать про чеснок. В книге Г.Царфиса «Основы ку-



рортного лечения» (М.: Профиздат, 1991) описан опыт: человеку натерли подошвы ног зубчиком чеснока и через некоторое время запах чеснока отмечали в выдыхаемом воздухе. Следовательно, кожа человека поглощает какие-то вещества из чеснока, и через кровь эти соединения попадают в легкие.

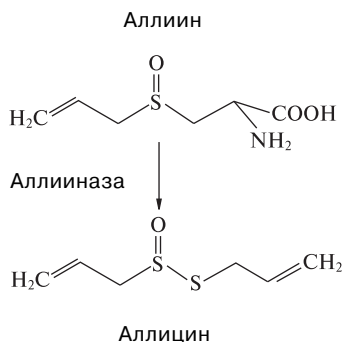
В свежих целых головках чеснока содержится аллиин — аминокислота, производное цистеина, бесцветное вещество без запаха, содержащее серу. Если разрушить ткани чеснока, то под действием фермента аллииназы из аллиина получается аллицин, которому чеснок и обязан сво-

им специфическим сильным запахом.

В эфирном масле чеснока, полученного перегонкой с парами воды, содержатся диаллилдисульфид (60%), диаллилтрисульфид (20%), диаллилтетрасульфид (10%), аллилпропилсульфид (6%) и другие полисульфиды. Эти вещества образуются и в ванне из чеснока.

Хорошо известно, что препараты из чеснока (в сухом виде или в виде эфирного масла) в эксперименте на животных понижают артериальное давление, увеличивают амплитуду и замедляют ритм сердечных сокращений, расширяют периферические и коронарные сосуды сердца, работают как мочегонное средство, повышают секрецию и моторную функцию желудочно-кишечного тракта. Кроме того, чеснок обладает бактерицидным, фунгицидным и противоглистным свойствами. Это растение также рекомендуют как средство от атеросклероза, поскольку он уменьшает образование холестериновых бляшек в кровеносных сосудах, аорте и др.

Доказано, что именно полисульфиды ответственны за эффект, который чеснок оказывает на сердечно-со-



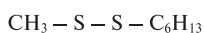


судистую систему. Гипогликемическое действие чеснока (он снижает сахар) связывают с производными аллиина. Таким образом, полисульфиды чеснока оказывают лечебный эффект на организм человека с разных сторон, причем не слишком важно, каким образом они попадают туда — через желудок или через кожу.

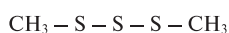
А теперь вернемся к Мацесте с ее сероводородными водами. Эти воды формируются в битумных пластах. В них много органических соединений, из которых образуется сероводород ( $H_2S$ ) а также есть сера в свободном виде. Взаимодействуя с сероводородом, сера образует полисульфиды:



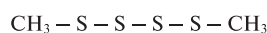
Когда мы исследовали состав сероводородных вод при помощи хромато-масс-спектрометра, то нашли в них метилгексилдисульфид, диметилтрисульфид, диметилтетрасульфид и другие органические полисульфиды.



метилгексилдисульфид



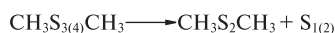
диметилтрисульфид



диметилтетрасульфид

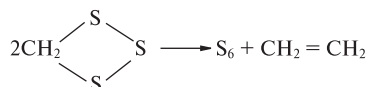
Кроме того, в мацестинских водах мы обнаружили циклические полисульфиды (тиепаны),  $CH_2S_4$ ,  $CH_2S_5$ ,  $CH_2S_6$  и элементарную серу ( $S_6-S_8$ ).

В воде полисульфиды разлагаются на более простые соединения (углеводороды, элементарную серу):



Тиепаны также разлагаются под действием катализаторов, которые всегда есть в воде в виде примесей:

Элементарная сера ( $S_6-S_8$ ) нестабильна, поэтому постепенно переходит в газообразные соединения и улетает.



У сероводородных вод есть особенность. Они формируются в слабощелочной среде, а сразу же при выходе на поверхность и контакте с кислородом pH воды изменяется на слабощелочное. Сероводород при переходе pH в щелочную область интенсивно улетучивается, чем и объясняется сильный запах  $H_2S$  вокруг Мацесты. Срок жизни полисульфидов также зависит от pH раствора: при добавлении щелочи они быстро разлагаются, и их невозможно определить даже с помощью хромато-масс-спектрометра. Поэтому лечебницы строят у мест добычи этих вод, чтобы содержание полисульфидов в них было максимальным.

Сульфидные соединения быстро проникают в организм и проявляют большую химическую активность. Это иллюстрирует простой опыт: под кожу человека ввели кусочек серебряной проволоки, погрузили его в сероводородную ванну, а после процедуры вынули потемневшую проволоку. Следовательно, и в организме при pH крови, равной 7,4, сульфиды сохраняют свою активность.

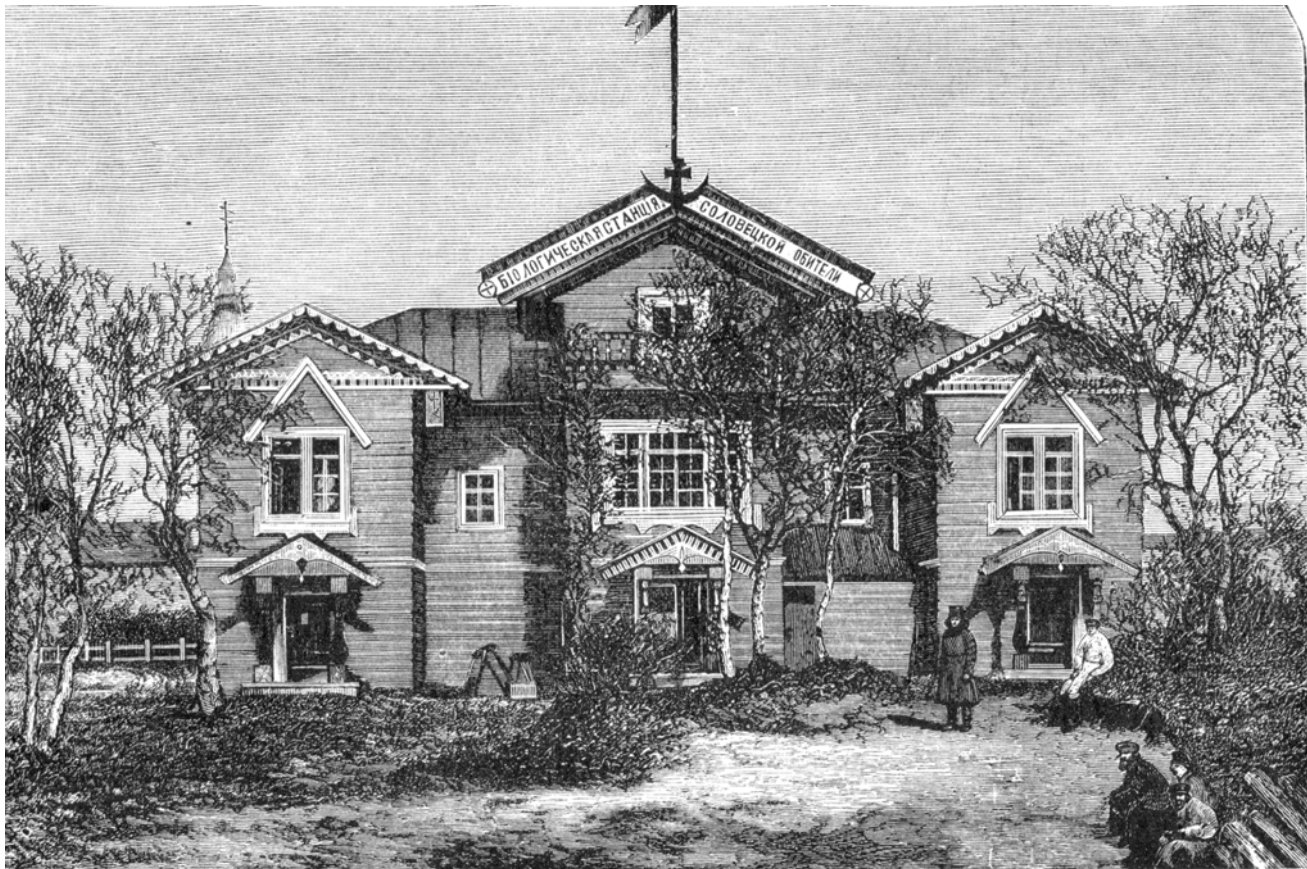
Сероводородные ванны оказывают сильное влияние на организм, причем действуют на него и полисульфиды, и сероводород. Поскольку сероводород по своей природе — энергичный восстановитель, он, легко проникая в клетки, вступает в окислительно-восстановительные реакции. При этом растет количество свободных сульфгидрильных групп, повышается физико-химическая и биологическая активность высокомолекулярных белков, ферментов, гормонов белковой природы, а также низкомолекулярных соединений. Это повышает энергетические ресурсы в клетках тканей, в том числе и в мыш-

це сердца. Сероводород увеличивает количество восстановленных и уменьшает количество окисленных форм белков, вследствие чего снижается активность пептозного цикла, биосинтез жирных кислот и холестерина, повышается активность разных ферментов, нормализуется обмен полисахаридов.

Две аминокислоты нашего организма из двадцати (цистеин и метионин) имеют сульфидные группы. Помимо пептидной связи, существует еще один важный тип ковалентной связи между аминокислотами в белках — дисульфидный мостик, который поперечно связывает остатки аминокислот в цепях. Сульфидная связь есть в коферменте А, поэтому совершенно очевидно, что эти связи играют важнейшую роль в энергетических функциях организма. А сульфидные соединения, добавленные в организм извне, активизируют все его функции, в чем и проявляется лечебный эффект. Причем не важно, откуда получены эти полисульфиды — из сероводородных вод Мацесты или из чеснока.

Конечно, точный механизм этих лечебных процедур еще непонятен. Как, впрочем, точно не известен и состав лечебных вод. Дело в том, что курортологи, как правило, работают по старинке, проводя химические исследования по методикам 50—60 годов. Да и работать с такими быстро меняющимися объектами сложно. Данные, которые мы получили на хромато-масс-спектрографе по специально разработанным методикам, во многом уникальны. С их помощью можно попытаться по-новому взглянуть на лечебные процедуры, но их еще недостаточно, чтобы прояснить все вопросы.

Кандидат биологических наук  
**Р.М.Харасов**



# Загадки Кота-Мурлыки

**Александра Горяшко**

«Это был старый и весьма почтенный Кот, но, к сожалению, полный всяких противоречий... Он был, бесспорно, почтенный Кот, но всегда вооружался против всякого почтенья, называя его китайской церемонией... Он любил науку и терпеть не мог ученых. Любил искусство и ненавидел искусников: в особенности таких, которые всю свою жизнь пели фальшивые ноты.

Одним словом, это был очень оригинальный Кот, хотя всякую оригинальность не любил и преследовал: во-первых, уже потому, что никак не мог отличить оригинальное от модного, а главное, потому, что все оригинальное, по его мнению, заслуживает от нас все обыкновенное, простое, что мы должны изучать или что требует нашей помощи».

Так впервые, в 1872 году, рекомендовал своего героя автор «Сказок Кота-Мурлыки», Николай Петрович Вагнер, — 43-летний профессор зоологии, почетный член Петербургского университета.

Если исходить из обоснованного утверждения, что всякий пишущий в конечном счете пишет о себе, характеристика Кота-Мурлыки выглядит весьма забавной. Н.П.Вагнер «терпеть не мог ученых», однако был известным ученым, «ненавидел искусников», однако был заметной фигурой и в мире искусства. А что до нелюбви к «оригинальности», то в своем времени и кругу Николай Петрович был одной из самых оригинальных фигур: многие считали его попросту сумасшедшим.

Биографию Н.П.Вагнера, списки его трудов, достижений и наград легко обнаружить в основных изданиях и по истории русской зоологии, и по истории русской литературы, и даже по истории мистических учений конца XIX века. Беда, одна-

*Биологическая станция Соловецкой обители.  
Гравюра из книги Н.П.Вагнера  
«Беспозвоночные Белого моря»*

ко, в том, что эти биографии имеют между собой мало общего, как будто написаны о разных людях. Единственный биограф, отразивший все стороны деятельности Вагнера достаточно полно, к тому же тактично и доброжелательно, — Владимир Михайлович Шимкевич, начинавший научную карьеру в качестве ассистента Вагнера.

## Детство и юность

Герой всех этих биографий родился 18 (30) июля 1829 года в большой дворянской семье. Семья жила тогда на Богословском заводе Верхотурского уезда Пермской губернии, где служил врачом отец, Петр Иванович Вагнер (1799—1876), выпускник Дерптского университета, доктор медицины. О детских годах Вагнера сохранилось свидетельство лишь одного очевидца — его самого, записанное спустя полвека. Автор не ставил задачи описывать свое детство, а лишь откликнулся на приглашение Санкт-Петербургского комитета грамотности принять участие в составлении списка книг общеобразовательных и тех, которые произвели на него наибольшее впечатление. Однако некоторая односторонность вполне искупается подробностью и искренностью, — как это часто бывает, формальная задача вызвала к жизни поток воспоминаний и мыслей, озаглавленный автором «Как я сделался писателем? (Нечто вроде исповеди)». Свою раннюю чуткость к слову, к «ритмической гармонии» слова, возникшей раньше понимания смысла, Вагнер всецело считает заслугой старой няньки, крестьянки Натальи Степановны Аксеновой, «личности весьма своеобразной и даровитой... Она последовательно вынырнула моих сестер и брата и постоянно выказывала нам такую теплую и сильную привязанность, как будто мы все были ее собственными детьми». В точном соответствии с законом жанра нянька пела детям старинные песни и баллады «в долгие зимние вечера... сидя за своим





Н.П.Вагнер. Середина 80-х гг. XIX в.



неизменным шерстяным чулком». Интересы мальчика определялись и тем, что «в то время... занятия каждой интеллигентной семьи, кроме обычных житейских хлопот, забот и мелких развлечений, сосредоточивались на литературе и музыке. Рассказы отца и матери об опере и балете на сцене Большого театра в Петербурге сильно затронули... детское воображение». Восемилетний Николенька «делал кукольный театр, декорации и актеров из бумаги и разыгрывал... оперу перед глазами... маленьких сестер и... дворни», рассматривал старинные гравюры в энциклопедиях «Зрелища Вселенной» и «Библиотека путешествий». «На столах нашей квартиры, — пишет Вагнер, — постоянно лежали или повести Марлинского, или поэмы и стихотворения Пушкина, или баллады Жуковского». Домашнее образование детей контролировали родители — Николенька читал специально для него выписываемый «Детский журнал» и обязан был ежедневно заучивать фразы из французского учебника и отвечать урок матери.

Отец нашего героя, помимо литературы и музыки, интересовался полезными ископаемыми Урала и даже открыл минерал, который назвал «пушкинитом» (в честь М.Н.Мусина-Пушкина, попечителя Казанского округа). Вероятно, интерес был достаточно серьезен, так как в 1840 году Вагнер-старший занял место экстраординарного профессора по кафедре минералогии и геогнозии в Казанском университете. Семья переехала в Казань, и одиннадцати лет Николай был определен в частный пансион М.Н.Львова, а впоследствии перешел в Казанскую гимназию. В пансионе Николай начал писать стихи и рассказы, издавать собственный рукописный журнал, увлекся рисованием. «Я помню также, что в 14 лет я собирал моих братьев, сестер и чужих детей, усаживал их в зале и целые часы рассказывал им экспромтом какую-нибудь бесконечную сказку, в которой не было ничего, кроме фантазии». (Забегая вперед, скажем, что позднее очевидцы отзывались о нем как об исключительно плохом лекторе. Наверное, сказки Вагнер рассказывал куда лучше, чем читал курс зоологии беспозвоночных.)

Однако в последнем классе гимназии, по свидетельству Вагнера, его «начала увлекать одна страсть, которая вскоре поглотила меня всецело и крепко держала в своих когтях почти целых десять лет. Я говорю о страсти к энтомологии или, вернее, к собиранию насекомых и составлению из них коллекций...» Эта новая страсть привела Николая в 1845 году на отделение естественных наук Казанского университета.

Там же, в Казанском университете, в то же время учился Александр Бутлеров — будущий великий химик. Они подружались, дружба эта сохранилась на всю жизнь, и в статье Н.П.Вагнера, посвященной памяти Бутлерова, встречается немало интересных подробностей, характеризующих студенческие годы самого Николая. Здесь мы находим единственный портрет юного Вагнера (фотографий того времени не сохранилось). Он пишет, что выглядел почти ребенком «с довольно большими зелено-серыми глазами, с непокорными волосами, которые постоянно торчали вихрами то там, то здесь, — и с большими выдававшимися, как бы оттопыренными губами». Рост же его был таков, «что во всех лавках не

могли найти шпаги настолько короткой, чтобы она не заходила ниже щиколотки, и принуждены были обрезать почти на вершок самую короткую шпагу, какую находили в гостинном дворе». (Шпага была непременно атрибутом студенческой формы.) Николай Вагнер, Александр Бутлеров и третий их приятель, Дмитрий Пятницкий, все годы учебы в университете просидели на одной скамье, вместе готовились к экзаменам, вместе совершали загородные прогулки. «И когда смеркалось, то мы возвращались домой по главной, Воскресенской, улице, — пишет Вагнер. — Я садился на плечи к брату Пятницкого — Николаю, который был высокого роста, и накрывался его шинелью. От этой комбинации выходила фигура колоссального, фантастического роста. Мы все шли поодаль и наблюдали эффект ее впечатления на прохожих. Все с ужасом сворачивали с тротуара и долго, с изумлением, смотрели на нее, а некоторые при этом даже крестились».

Коллекционированием бабочек увлекались и Вагнер, и Бутлеров. Даже диссертация А.М.Бутлерова, представленная им по окончании университета, была вовсе не по химии — она называлась «Дневные бабочки волго-уральской фауны». Они совершали экскурсии в окрестностях Казани, часто удаляясь от города на десять, двадцать и тридцать верст. Летом 1846 года отец Николая, профессор П.И.Вагнер, возглавил экспедицию в киргизские (так тогда называли южные заволжские) степи для сбора коллекций растений и насекомых. Участниками экспедиции стали все три неразлучных приятеля. Не оставлял Вагнер и литературной деятельности. В 1848 году, студентом третьего курса, он опубликовал в журнале «Русская иллюстрация» два популярно-научных очерка: «Жуки атехви» и «Жуки могильщики».

В 1849 году Николай окончил университет со степенью кандидата и золотой медалью за сочинение «О лучших характерных признаках для классификации насекомых». Работал преподавателем естественной истории и сельского хозяйства в Нижегородском Александровском дворянском институте, затем стал адъюнктом Казанского университета, где в 1851 году получил степень магистра зоологии за сочинение «О чернотелках (*Melasomata*), водящихся в России».

Пока все идет нормально. Романтичный мальчик, увлеченный и в меру хулиганистый студент, начинающий ученый — и ровно никаких странностей.

## Успехи

На протяжении следующего десятилетия Вагнер получает докторскую степень за диссертацию «Общий взгляд на паукообразных», печатает научно-популярные статьи в «Вестнике естественных наук», ездит в научные командировки за границу. В 1860 году он утвержден профессором зоологии, с 1861 по 1864 год редактирует «Ученые записки Казанского университета».

Громкая известность пришла к Н.П.Вагнеру в 33 года, в 1862-м. Тогда он опубликовал работу «Самопроизвольное размножение гусениц у насекомых», где впервые был описан феномен педогенеза (девственного размножения) в личиночном состоянии: личинки одного двукрылого насекомо-

го из группы Cacidomyidae размножаются, развивая внутри своего тела новых таких же личинок! Факт этот казался настолько невероятным, что русские академики Бэр и Брандт решились представить работу Вагнера на соискание Демидовской премии лишь после того, как лично убедились в безошибочности открытия, а Зибольд, основатель и редактор известного журнала «Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie», два года не решался печатать статью Вагнера.

Но в конце концов справедливость восторжествовала. Открытие принесло Вагнеру Демидовскую премию Академии наук, премию Бордена Парижской академии, мировую известность и, похоже, изрядную самоуверенность. Как пишет Шимкевич, впоследствии, когда Вагнеру указывали на явные ошибки в работе, он отвечал: «Пэдогенезу тоже не верили, а оказалась — правда». (Ту же аргументацию, по свидетельству Шимкевича, Вагнер употреблял в защиту «различных спиритических невероятностей».)

Самоуверенностью ли считать это или верой в свои силы — дело вкуса. Но когда в 1868 году в России вышел первый перевод сказок Андерсена, Вагнер заметил: «Многие из них мне... понравились, но многими я был недоволен, находил их слабыми и задал себе вопрос: неужели я не могу написать так же или лучше?» В течение следующих трех лет Вагнер сочиняет около дюжины сказок, которые составят первое издание «Сказок Кота-Мурлыки». Одновременно со сказками Вагнер, соблазненный объявлением в журнале «Нива» о премии в тысячу рублей за «повесть из русской жизни», пишет такую повесть, опубликованную потом в «Русской мысли» под названием «К свету».

По свидетельству Шимкевича, сам Вагнер не раз говорил, что смотрит на литературную работу как на средство к существованию. Возможно, он отчасти и лукавил, писать ему явно нравилось. Но средств и в самом деле не хватало. Несмотря на мировую известность, по словам самого Вагнера, «тогдашнее (1864 г.) материальное положение ординарного профессора было весьма не блестящее». В 1869 году в переписке А.О.Ковалевского с И.И.Мечниковым обсуждается желание Вагнера перейти из Казанского в Петербургский университет, при этом главный вопрос — материальный.

С 1869 года положение как будто улучшается. Вагнер избран почетным членом Петербургского университета и президентом Общества естествоиспытателей при Казанском университете. К осени 1871 года состоялся его перевод в Петербургский университет в качестве сверхштатного профессора по кафедре зоологии и сравнительной анатомии, и Вагнер возглавил только что образованный зоотомический кабинет (кафедру зоологии беспозвоночных). В 1872 году выходит первое издание «Сказок Кота-Мурлыки».

Однако на деле все не так гладко. Будучи главой нового подразделения университета, Вагнер заслужил лишь упреки современников: «При нем преподавание было поставлено далеко не на надлежащей высоте. Лекции его оставляли желать многого даже в смысле научности изложения... Никаких занятий по зоотомии, которые, конечно, являлись ближайшим делом Зоотомического кабинета, им организовано не было, и вообще, при Н.П.Вагнере, т. е. в течение почти 25 лет Зоотомический кабинет стоял значительно ниже во всех отношениях Зоологического кабинета...» (Ю.А.Филиппенко. 1919. Цит. по: Фокин С.И. Русские ученые в Неаполе. СПб.: Алетейя, 2006).

Отзывы о литературных его трудах тоже неоднозначны. Газета «Екатеринбургская неделя» писала в 1887 году: «Неисчерпаемое богатство фантазии, чарующая прелесть языка, вымысел, под которым кроется глубокая мысль, все это

производит на читателя неотразимое впечатление и в то же время делает эти сказки интересными и для детей, и для взрослых». В.М.Шимкевич приводит другую точку зрения: «Мне пришлось слышать один весьма резкий отзыв о его беллетристике: «Это какой-то всемирный плагиат». Конечно, это хвачено слишком через край, но действительно, когда читаешь его повести и романы, то все время кажется, что где-то и когда-то нечто подобное читал. Лучшее, что им оставлено, это, конечно, — «Сказки Кота-Мурлыки», но и там так часто чувствуется то Андерсен, то Гофман». Как бы то ни было, с 1872 по 1913 год «Сказки» выдержали девять изданий и прославили Вагнера перед широкой публикой куда больше, чем открытие педогенеза.

## Странная страсть

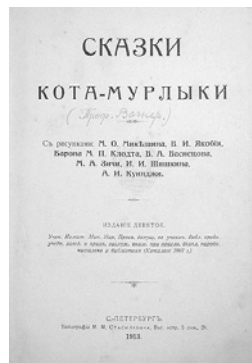
Оставим в стороне достоинства литературных произведений Вагнера, но что произошло с его научными занятиями? То, что хороший ученый зачастую оказывается плохим администратором, факт общеизвестный — это разные специальности, требующие разного устройства мозгов. Но Вагнер что-то уж больно плохо: и занятий не организовал, и лекции читал скверно, и учеников практически не оставил, и научная работа его разочаровала коллег...

Такое впечатление, что ему было просто неинтересно. Точнее, ему к моменту перевода в Петербург стало интересно совсем другое. Тут важно отметить: в «Исповеди» Вагнер почти не говорит о своих зоологических занятиях, зато отмечает следующую особенность своего восприятия: «Внимание мое преимущественно останавливалось на необыкновенных грандиозных явлениях», «мне нравилось все эффектное, необычайное». Примечательно и наблюдение, сделанное хорошо знавшим Вагнера Шимкевичем. С одной стороны, «у Н.П.Вагнера было несомненное зоологическое чутье, которое помогает находить интересные темы для исследования и подмечает те области, где возможно ожидать наиболее заслуживающих внимания в данную эпоху результатов». Но с другой — «нередко в Н.П.Вагнере художник превалировал над исследователем, и тогда его чутье завлекало его в дебри смутных предположений и слишком смелых гаданий».

Так, может быть, именно наукой занимался он формально, лишь ради средств к существованию, и успехов в ней достиг только благодаря «зоологическому чутью» и в некотором роде везению? И в науке, как и в литературе, увлекало его лишь все «эффектное» и «необычайное», а повседневная работа была скучна? Вот теперь пора обратиться к самой неудобопонятной для нас области его занятий — спиритизму.

Основа спиритизма — признание возможности общения людей с душами умерших через посредство особых лиц, медиумов. Верование это известно с глубокой древности, а в середине XIX века увлечение спиритизмом возродилось в Америке, откуда начало быстро распространяться по Европе и России. В 1870-х годах в русском обществе это увлечение бушевало вовсю, в Петербург часто приезжали медиумы, устраивались спиритические сеансы. В 1871 году Вагнер впервые познакомился со спиритизмом, а к 1875 году уже был широко известен как горячий его сторонник.

«Было ли это поразительное легкоеверие, характерное для тогдашнего настроения интеллигентной среды, или упрямая стойкость убеждения, характерная для Н.П.Вагнера в подобных вопросах? Сделался ли Н.П.Вагнер жертвой мистификации или сам считал ее допустимой для убеждения неверующих в том, в чем сам был убежден с полной и несомненной достоверностью?» — пытался понять В.М.Шимкевич, считавший подобное увлечение весьма странным для профессора зоологии. Так ли уж оно было странно? Не говоря о том, что спиритизмом увлекались почти в каждой интеллигентной семье (вплоть до членов царской фамилии), сторонниками спиритизма были и давний друг Вагнера,



профессор А.М.Бутлеров — создатель теории химического строения и крупнейшей школы химиков-органиков; и один из самых видных астрономов Франции Камиль Фламмарин; и английский физик Джон Тиндаль; и знаменитый итальянский криминалист и антрополог Чезаре Ломброзо. В спиритизм верили английский естествоиспытатель, биолог-эволюционист и путешественник Альфред Рассел Уоллес, Мари Склодовская и Пьер Кюри. Спиритизм защищал крупнейший ученый XIX века Уильям Крукс — один из основателей атомной физики. Было бы самонадеянным счесть всех этих людей сумасшедшими.

В 1875 году Вагнер опубликовал две нашумевшие статьи в защиту спиритизма, которые послужили причиной его знакомства с Ф.М.Достоевским. В своих «Воспоминаниях» жена писателя А.Г.Достоевская пишет: «Летом 1876 года в Старой Руссе жил с семьей профессор С.-Петербургского университета Николай Петрович Вагнер. (На самом деле в Старой Руссе Достоевские и Вагнеры жили в 1875 году. — *Примеч. авт.*)... Он... произвел на моего мужа хорошее впечатление. Они стали очень часто видаться, и Федор Михайлович очень заинтересовался новым знакомым, как человеком, фанатически преданным спиритизму». Несмотря на то что А.Г.Достоевская приводит имя Вагнера в ряду «умных и талантливых ученых», «многолетних и искренних друзей» Достоевского, сама она относится к нему без особого почтения: «На вид это маленький смешной человечек с женским визгливым голосом, с огромною соломенною пастушескою шляпою и с огромнейшим пледом в руках. (...) По-видимому, очень простой, хотя несколько смешной человек. На другой день я видела его в парке на скамье читающим письмо (вероятно, от кого-либо с того света) и до того погруженным в чтение, что никого не видел (меня тоже не видел). Затем вскочил и три раза пробежал взад и вперед по длинной аллее, а затем пропал. Вообще в этот раз имел вид полусумасшедшего человека (как и следует спириту)». Пожалуй, именно это описание — хронологически самое раннее в череде описаний Вагнера как странного и полусумасшедшего человека.

Воспринимал ли сам Федор Михайлович Вагнера иначе, или желание побольше узнать о спиритизме было для него важнее внешнего вида, но дачное знакомство имело продолжение. В течение 1875–1877 годов они переписывались и встречались в Петербурге. Вагнер был рад интересу, проявленному Достоевским, и всячески хлопотал об устройстве свидания писателя с духами. «На будущей неделе, вероятно, будет ожидаемый медиум (прошу держать это в секрете) – и когда начнутся сеансы, то непременно буду иметь вас в виду – чтобы доставить вам случай при первой возможности видеть спиритические явления» (из письма Вагнера Достоевскому от 1 января 1876 года) В феврале Достоевский принял участие в медиумическом сеансе у А.Н.Аксакова. Однако «Дневник писателя» за 1876 год говорит о том, что увлечения Вагнера Достоевский не разделял: «Спиритизм — какая глубокая чья-то насмешка над людьми, изнывающими по утраченной истине; и тут кто-то говорит: постучите-ка в стол, и мы вам, пожалуй, ответим, что вам делать и где ваша истина».

Как ни странно, весьма обидчивый Вагнер на этот раз не обиделся. Его переписка с Достоевским продолжается. Правда, заметно меняется ее характер. Складывается впечатление, что, удовлетворив интерес к спиритизму и составив о нем окончательное мнение, Достоевский потерял интерес и к Вагнеру. Вагнер в письмах изливает душу, Достоевский отвечает вежливо и доброжелательно, но не более («Не пожалуйте ли ко мне попить чайку? Принесли бы мне чрезвычайное удовольствие и доказали бы, что вы добрый и наилучший человек»). Вагнер в 1876 году начинает издавать журнал «Свет», посвященный в основном вопросам спиритизма, к сотрудничеству в котором пытается привлечь и Достоевского: «СВЕТ» — ваше детище. Вы, первый, заронили в меня мысль об его издании. К вам, единственно исключительно, я обра-

тился за советом. Вы благословили, напутствовали и снарядили». — «Что же до нового издания «Свет», то ни в замысле, ни в плане, ни в соредактировании его не участвую... Издание это мне чужое и пока столько же мне известное, сколько и всякому, прочитавшему о нем газетное объявление», — сообщает Достоевский в «Дневнике писателя». Он так и не дал для «Света» ни одной статьи, как и Л.Н.Толстой, к которому Вагнер обращался не раз. Неприязнь Достоевского к спиритизму, а еще более его отказ от публикации в «Свете» окончательно убедили Вагнера в том, что его любовь осталась неразделенной. «Я одинок, Федор Михайлович, совершенно одинок со стороны моих нравственных и умственных стремлений. Некому просто даже передать то, чем порой переполнена голова и сердце. Когда в первый раз мы встретились с Вами, в Старой Руссе, я сказал себе: вот человек! И как всегда со мной бывает: сердце раскрылось и потянулось навстречу. Но человек все больше и больше сторонился от меня и наконец совсем спрятался... Не виню я Вас, дорогой мой, видит Бог, не виню. Во всем виноваты случай, обстоятельства и моя глупая, самолюбивая, изуродованная натура». Это письмо Вагнера от 9 октября 1877 года – одно из последних его писем к Достоевскому.

Видно, сколь велика была боль Вагнера от этой потери. Справиться с ней, вероятно, помогла новая страсть, овладевшая как раз в это время 47-летним профессором. Он задумал устроить на Белом море биологическую станцию, и создание этой станции стало вторым и последним свершением Н.П.Вагнера, вошедшим в историю русской зоологии.

## Соловки

В 1867 году в Санкт-Петербургском университете состоялся первый Всероссийский съезд естествоиспытателей. На этом съезде было принято решение организовать при каждом университете России Общество естествоиспытателей. Петербургское общество было утверждено спустя год. Одной из первоочередных задач, которую оно поставило перед собой, было изучение северных районов страны и прилегающих к ним морей. Начались экспедиции на Белое море: первая состоялась в 1869 году, вторая в 1870-м, а в 1876 году Н.П.Вагнер возглавил третью. Базой экспедиции стали Соловецкие острова, знаменитый Соловецкий монастырь.

Надо полагать, отправляясь в эту экспедицию, Вагнер всего лишь выполнял очередную служебную обязанность. Но Соловки очаровали его. «Наверное, ни одна местность не способна окружить исследователя таким тихим, приятным покоем, таким отчуждением от интересов дня, интересов насущной жизни, как бухта Соловецкого монастыря, которому я поистине обязан полными удобствами для моих исследований. Эта невозмутимая тишина среди пустынных, безлюдных мест, эта полная свобода, данная исследователю располагать вполне своим временем и делом, должны, помимо, привлечь каждого, желающего без помехи работать над жизнью морских животных. Но в то же время это отчуждение от цивилизованной жизни крайне затруднительно для исследователя, лишенного книг, инструментов, приборов, посуды и пр. — Чтобы воспользоваться удобствами местнос-



ти, и уничтожить эти неудобства, мне пришла мысль учредить на берегу Соловецкого острова зоологическую станцию».

«Несомненное зоологическое чутье» Вагнера сказало здесь. Необходимость создания биологической станции назрела, и Вагнер стал первым, кто сумел сформулировать ее и воплотить в жизнь. Более того, в первый же год он заговорил о целой сети станций и даже начал подыскивать для них наилучшие места («чтобы помочь, по возможности, этому делу, я вошел в сношения с морским министерством и получил помещение еще для двух станций в зданиях маяков, на мысах Орловском и св. Носа»). Идея организации на Белом море сети биостанций воплотилась лишь во второй половине XX века, но станция Соловецкая была создана очень скоро. Уже во время первой экспедиции Вагнер начал переговоры с настоятелем Соловецкого монастыря архимандритом Феодосием «с просьбою посвятить одно из монастырских зданий этой научной цели». Переговоры продолжались до тех пор, пока настоятелем монастыря не стал Мелетий, с ним-то и было достигнуто соглашение в 1880 году. В 1881 году идею одобрил Священный синод, а в 1882-м Н.П.Вагнер уже работал в здании биологической станции.

Станция тут же приобрела большую популярность у зоологов. На нее приезжали петербургские, московские, харьковские, варшавские, юрьевские и казанские ученые и студенты. На базе станции выполнены классические работы по фауне беспозвоночных Белого моря, начаты паразитологические, гистологические, альгологические и другие исследования. Результатом работы на станции самого Н.П.Вагнера стала монография «Беспозвоночные Белого моря» (СПб., 1885). Громадного формата издание с роскошными иллюстрациями было издано на русском и немецком языках на средства, выделенные Министерством народного просвещения. В.М.Шимкевич утверждает, что книга содержит «немало промахов», причем таких, которые были очевидны даже ему – начинающему зоологу. Однако современные специалисты по зоологии беспозвоночных говорят, что книга написана талантливо, и особенно восхищаются рисунками автора. И вот что удивительно: на рисунках этих отражены такие подробности строения беспозвоночных, которые не всегда удается увидеть даже при помощи современной электронной оптики.

Директором Соловецкой станции Н.П.Вагнер состоял до 1894 года. По энергии, затраченной им на организацию этой станции, по успешности работы на ней можно догадываться, что она была для Вагнера не просто местом службы. «Н.П.Вагнер любил Соловки, любил тамошний рыбный стол (он не ел мяса вообще), любил всю монастырскую обстановку... – пишет В.М.Шимкевич. — Работал усердно, иногда ездил с нами на море, но недалеко, особенно после того, как я раз его едва не утопил, слишком самонадеянно взявшись управлять парусами, чуть ли не в первый раз в жизни. Совместная поездка нас не сблизила, однако и вообще с ним трудно было сблизиться: слишком он был своеобразный человек, и не только по взглядам, но и по манере себя держать. Он никогда почти не вступал в споры, а чуть что — сейчас же умолкал и прятался в свою старческую раковину».

## Последние годы

Основная несправедливость всех доступных описаний личности Вагнера состоит в том, что они относятся к последним годам его жизни, но невольно создают у читателя представление, что таков был он всегда. «Он производил неприятное впечатление как в физическом, так и в моральном отношении. Маленький, сутулый, с кривыми ногами и расставленными вбок руками, он походил на паука. Особенно неприятно было выражение его лица с маленькими свинцового цвета глазами. Голос у него был какой-то скрипучий. Несомненно, это был психопат... Случай с зоологом С.М.Герценштейном показал нам, что за человек был Н.П.Вагнер... Когда мы ехали

на Мурман, с нами ехал на Соловки и Н.П.Вагнер. На одной почтовой станции между Повенцом и Сумским Посадом мы остановились пить чай и разложили свои припасы. С.М.Герценштейн по крайней рассеянности и близорукости взял булку, принадлежавшую Н.Вагнеру, и стал уже ее есть. Вагнер рассердился и громко обвинил Герценштейна в краже этой булки, прибавив кое-что об его национальности... Мы — свидетели этого происшествия — не знали, куда девать глаза от стыда», — пишет в своих воспоминаниях А.М.Никольский.

Случай, что и говорить, некрасивый. Тем более что Соломон Маркович Герценштейн, ученый хранитель Зоологического музея, славился близорукостью и забывчивостью. Но и делать выводы о характере Вагнера на основании этого случая было бы слишком поспешно. «И человек, и животное более способны к положительным нравственным движениям в тех случаях, когда их окружает полное довольство жизнью, когда ничто не раздражает, не вызывает тяжелых забот, не ставит их в самый разгар беспощадной борьбы за существование. Понятно, что таких успокаивающих и располагающих к нравственным движениям сторон мы не можем искать в нашей цивилизованной жизни, где борьба за существование доходит до крайних, нестерпимо острых, бесчеловечных ее пределов», — писал Вагнер в статье, которой дополнил перевод «Естественного подбора» Уоллеса, вышедший в 1878 году на русском языке.

Какая боль жила в нем? Что за тяжелые заботы? Мы по-прежнему знаем о нем очень мало. Материальные трудности, о которых шла речь выше, не были суровой нищетой. Кроме того, эти трудности были (как в большинстве случаев остаются до сих пор) общеизвестной особенностью жизни российских ученых. Но может быть, Николай Петрович, натура романтическая, но обремененная заботами о большой семье (у него было шестеро детей), переживал их особенно болезненно. Что еще?

Когда в первый раз читаешь сказки Вагнера, бросается в глаза одно обстоятельство: в этих сказках постоянно умирают дети. Описания их смерти весьма натуралистичны, и трудно предположить, чтобы подобные сказки радовали маленьких читателей. При этом автор всячески подчеркивает, что жизнь небесная куда лучше подходит ребенку, нежели земная. Возникает впечатление, что с темой детской смерти у него связано что-то очень личное. Переписка с Достоевским дает ответ на эту загадку. Когда у Ф.М. опасно заболел один из детей, Вагнер, выразив ему полагающееся сочувствие, написал следующее: «Я живо помню, как у меня умерла дочь — ребенок двух лет. Были минуты, когда мне было ее жаль, но я чувствую теперь, что эта жалость была напускная, аффектированная. Мне было жаль, что умерло маленькое создание — весьма красивое, умное, которое мне принадлежало — моей плоти и крови, — и только. Я чувствую (и даже

*Н.П.Вагнер. Беспозвоночные Белого моря*



тогда чувствовал), что привязанность моя была из очень тонких, гнилых ниток».

Смерть двухлетней дочери оказалась не единственной болью. В конце 80-х годов XIX века в российском обществе разразился громкий скандал. Отчеты о судебных заседаниях печатались не только в газетах, но и отдельными выпусками, и газетчики выкрикивали на углах людных улиц: «Дело Вагнера! Пять копеек!» Это было дело сына Николая Петровича, Владимира Вагнера, застрелившего свою жену и сосланного потом в Сибирь. Все знавшие Владимира соглашались в том, что это был «типичный дегенерат». Большинство источников сухо пишут о нем как о чем-то отдельном от отца, другие даже обвиняют в его состоянии самого Н.П., и лишь Шимкевич говорит: «Для нас это был сторонний человек, объект для наблюдения, а Н.П.Вагнеру доводился сыном, и можно догадываться, что испытывал при этом старик».

С годами ранимость Вагнера возрастала. В 1875 году он стойко выдержал бой за любимый спиритизм со знаменитой «Комиссией для рассмотрения медиумных явлений» под председательством Д.И.Менделеева. В 1876 году безропотно снес едкие нападки на спиритизм Ф.М.Достоевского. В 1890 году премьера пьесы Л.Н.Толстого «Флоды просвещения», высмеивающей спиритизм, стала для него настоящим кошмаром. «Я говорил себе: «Не может быть!» Не может быть, чтобы такой громадный талант, как Толстой, унизил себя до пасквиля на профессоров и ученых. К крайнему сожалению, это оказалась – правда! Мне тяжело и больно было слышать, как вы с обычным вам художественным мастерством глумились надо мной и моим покойным другом А.М.Бутлеровым. Несколько раз во время чтения я спрашивал себя: не потому ли мне тяжело, что насмешка задевает лично меня или моего дорогого покойного друга – и совершенно объективно отвечал себе: нет! Мне тяжело, потому что глумятся над истиной...» — пишет Вагнер Толстому 13 марта 1890 года. В ответном письме Толстой весьма доброжелательно («Истинно уважаемый и любимый Николай Петрович...») замечает, что не хотел обидеть ни Вагнера, ни Бутлерова, а имел в виду лишь некий собирательный образ профессора, увлеченного спиритизмом, каковой признать за истину никак невозможно. Однако Вагнер был безутешен. Еще один его идол, Толстой, навсегда пал в его глазах.

\*\*\*

В эти последние годы Вагнер совершенно отстранился от управления Зоотомическим кабинетом, оставаясь лишь формально его главой, и предоставил Шимкевичу вести все дела. Это можно было бы считать еще одним косвенным признаком помешательства, если бы не слова Шимкевича. «Как умный человек, Н. П. Вагнер, конечно, понимал, что его научная работа кончена и что его задача не мешать, а по возможности содействовать работе молодых сил. Отсюда его терпеливое и благодушное отношение к моим посягательствам. Осознают это, конечно, многие из профессоров в его положении, но поступают, как он, очень немногие».

До 1894 года Вагнер еще читает лекции в университете, хотя лекции эти в основном вспоминаются очевидцам как анекдот. Снова В.М.Шимкевич: «Лекциями Н. П.Вагнер тоже часто тяготился и нередко их пропускал, причем иногда поводы к этому были не совсем обычного характера. Раз, выйдя на лекцию, он объявил, что его «призывают духи», и, говорят, действительно в этот день уехал, но только не к духам, а к Л.Н.Толстому в Москву. Побеседовав с ним, Н.П.Вагнер тотчас же вернулся, но, кажется, не был обрадован отношением Л.Н.Толстого к спиритизму». Помимо университета преподавал Вагнер и на Бестужевских курсах, где его лекции слушала Ю.И.Фаусек (в то время Андрусова): «Вагнер всегда ходил в потертом сюртуке, в старом пальто, в какой-то рыжей шапке, про которую студенты говорили, что она сшита «из меха зеленой обе-



зьяны», и голубом пледе. Этот плед был когда-то темно-синий, но от времени выцвел. В холодные дни Вагнер носил этот плед не только на улице, но и в аудитории. (Не этот ли самый плед видела на нем А.Г.Достоевская? — *Примеч. авт.*)... Однажды Вагнер пришел к нам на лекцию без воротничка; вместо него на шее у него был повязан довольно грязный носовой платок, кончики которого торчали с одного бока, как два заячьих уха. Мы смотрели на него с удивлением. «Вы удивляетесь, mesdames, — сказал Вагнер, прервав лекцию на минутку, — это, конечно, вам кажется странным, но духи сегодня утром запретили мне надевать воротничок, и я должен был вместо него употребить носовой платок». (Цит. по: Фокин С.И. Русские ученые в Неаполе. 2006.)

Но вот что пишет вечный его защитник Шимкевич. «Студенты, которых Н.П.Вагнер нередко, по привычке, приобретенной на женских курсах, называл «mesdames», относились к нему в общем равнодушно, хотя нередко хлопали за его экстравагантные взгляды. Один раз его встретили аплодисментами. Он спросил, за что. Один из студентов ответил: «За то, что у вас убеждения не расходятся с поступками». Это было после того, как он, попав в присяжные, отказался от присяги, как акта, противного учению Христа. Суд его от исполнения обязанностей присяжного освободил, но на 100 рублей оштрафовал».

Да, к концу жизни он стал странным и неприятным человеком. Он упорно продолжал защищать спиритизм, пренебрегая очевидными опровержениями и насмешками. Его литературная деятельность почему-то приобрела отчетливую антисемитскую направленность. Он был источником раздражения для большинства коллег и источником радости для детей, встречавших в университетском дворе «маленького человека в пальто с огромным меховым воротником». «Это был не кто иной, как «Кот-Мурлыка», профессор Николай Петрович Вагнер, — пишет А.И.Менделеева. — В кармане он всегда носил свою любимую белую крысу, которая... выползала из кармана... к великому удовольствию ребят». (Цит. по: Т.Кудрявцева. «Чем знаменит «ректорский флигель»». Санкт-Петербургский университет, 2000, □ 25 (3547).) Но вот эти студенческие аплодисменты и «убеждения не расходятся с поступками» дорогого стоят.

В 1891 году Вагнер был избран президентом Русского общества экспериментальной психологии (которое он же и организовал), в 1899-м – почетным членом Казанского университета. Впрочем, эти избрания — скорее некая форма уважения к прошлым заслугам.

Скончался Николай Петрович 21 марта (3 апреля) 1907 года в Петербурге. Похоронен около церкви Ксении Блаженной на Ксенинской дорожке Смоленского православного кладбища. Предоставим закончить его историю самому благожелательному его биографу, В.М.Шимкевичу. «Смерть его была чисто внешней, так как для науки, для общественной деятельности и для литературы он умер давно. Каковы бы ни были его слабости, замалчивать которые я считаю совершенно излишним, но будем помнить, что его имя связано с одним из крупнейших открытий в биологии и с полувекковой культурной работой, в которой так нуждается Россия».





# Эффект буриданова осла

*Доводов было столько же за, сколько и против [женитьбы], по крайней мере, по силе своей доводы эти были равны, и Нехлюдов, смеясь сам над собой, называл себя буридановым ослом. И все-таки оставался им, не зная, к какой из двух вязанок обратиться.*

Л.Н.Толстой. Воскресение

В XIV столетии в славном городе Париже жил-был (и это не сказка, а быль!) французский философ-схоласт, ректор Парижского университета Жан (Иоанн) Буридан. О нем мало что известно. Жизненный путь ректора Буридана завершился около 1360 года. Был он горячим сторонником номинализма, направления в средневековой схоластической философии. И еще: он был комментатором трудов Аристотеля. В основном, говоря современным языком, он занимался вопросами формальной логики, механикой (разумеется, в духе Аристотеля) и проблемой свободы воли.

В логике ему приписывают составление руководства о способе нахождения среднего термина силлогизма как моста между крайними терминами. В учении о свободе воли Жан Буридан доказывал противоречие между рассудком, обуславливающим волю, и верой, моралью, требующими свободы. Не сумев дать научное решение проблемы свободы воли, Буридан в конце концов склонился к индетерминизму.

В своих комментариях к физическим и астрономическим работам Аристотеля Буридан выдвинул некоторые положения, которые шли дальше механики Аристотеля. В частности, он предложил правильную гипотезу о суточном движении Земли.

Жан Буридан оставил несколько трудов: их издали (разумеется, на латыни) уже после смерти – в 1487 году в Париже («Высочайшая диалектика») и в 1489 году в Вене («Сокращенное изложение логики»). Оба труда хранятся в отделе редкой книги Петербургской национальной библиотеки. Это — что касается самого Жана Буридана. Ну а буриданов осел?

Доказывая отсутствие свободы воли, Буридан приводил в качестве примера осла, который, находясь на равном расстоянии между двумя охапками сена, должен был бы погибнуть от голода, так как при отсутствии какого-либо мотива к предпочтению одной охапки другой его свободная воля не могла бы остановиться ни на одной из них.

На самом деле Буридан — отнюдь не первый, кто выдвинул подобную идею! Сходные мысли высказал еще Аристотель. В сочинении «О небе» он говорит о человеке, который испытывает голод и жажду, однако находится на равном расстоянии от пищи и питья и потому пребывает в покое.

Данте в своей «Божественной комедии» («Рай», песнь 4) рассказывает о человеке между двумя совершенно одинаковыми кушаньями, равноудаленными от него, который скорее погибнет, чем при свободе воли прикоснется к одному из них.



## ЭКСПЕРИМЕНТ

Само выражение — «буриданов осел» — часто используют писатели. На него ссылается Л.Н.Толстой в романе «Воскресение», выдержкой из которого начинается эта заметка. По свидетельству Стругацких, с буридановым ослом не смогла справиться столь мощная машина, как Коллектор рассеянной информации.

Правда, опубликованные сочинения Буридана примера с ослом не содержат. Но ведь мог же он упомянуть осла на лекции в Парижском университете или во время публичного диспута! Как бы то ни было, выражение «буриданов осел» прочно вошло в обиходную речь.

Но вот что любопытно: а точно ли осел, оказавшись между двумя одинаковыми охапками сена, испытывает нерешительность? Как ведет себя в такой же ситуации другие звери и птицы? Возможные эксперименты мне показались не слишком сложными и обременительными. Поэтому автор этих строк решил проверить эффект «буриданова осла».

Начал я, разумеется, с осла. Объектом стал Яша, шестилетний ослик, как и положено ослу, упрямый и рассудительный, а главное — очень спокойный и миролюбивый. Эксперимент состоял из трех этапов. На первом проголодавшемуся Яше предлагали сено в виде двух совершенно одинаковых (по массе и объему) охапок, положенных перед ним слева и справа на одинаковом расстоянии. На втором перед ним укладывали точно таким же образом две одинаковые кучки арбузных корок (для осла это лакомство!). На третьем — по одному большому ломтю ржаного хлеба, щедро посыпанного сахарным песком (еще большее лакомство). Время «сомнений» ослика фиксировали в каждом случае секундомером. Эксперимент продолжался десять дней подряд. А вот и результаты.

Сомнения проголодавшегося Яши длились очень недолго: всего 2,1 секунды. Он сначала два раза быстро обнюхал левую, потом правую охапку сена и начал есть с левой. Потом, не доев, переключился на правую, потом снова на левую и закончил правой. Ну это понятно: пищевая мотивация (голод!) взяла верх, так что колебания его были минимальными.

На арбузные корки (ослиный деликатес) он реагировал иначе: колебания Яши составили уже 1 минуту и 3,23 секунды, при этом он тщательно обнюхивал то левую, то правую кучку, прядал ушами, вопросительно смотрел на меня, фырчал. Наконец начал с левой, аппетитно схрумкал ее и переключился на правую.

Дольше всего он колебался между ломтями хлеба с сахаром: тут сомнения растянулись уже на 4 минуты и 7,43 секунды. В среднем по результатам десятидневного эксперимента получились такие значения: для первого этапа — 1,27 секунды, для второго — 1 минута и 2,28 секунды, для третьего — 4 минуты и 8,33 секунды.

Второй испытуемой была шестилетняя кобыла Кукла, тоже очень спокойная, дружелюбная и ласковая. Корма, три этапа и условия эксперимента — те же. Сходны и результаты десятидневных экспериментов: для первого этапа — 0,43 секунды, для второго — 0, 57 секунды, для третьего — 1 минута и 1,28 секунды. Как видим, для лошади характерны меньшая раздумчивость и большая решительность.

Третьим в эксперименте участвовал трехлетний домашний кот Мурик, хорошо воспитанный, чрезвычайно спокойный, с аристократическими манерами и очень практичный. Он послушно и красиво подавал лапку просившему («дай лапку»), но тут же совал свой носик в другую руку. Если в ней ничего не было, в другой раз он лапку уже не подавал и отворачивался. «Просто так» он ничего не желал делать!

Схема эксперимента была точно такой же, но корм, естественно, был другой: на первое — два одинаковых кусочка отварного мяса; на второе — два кусочка жареной курицы, а на десерт — по половине чайной ложки растаявшего сливочного пломбира.

Здесь результаты были совершенно другие. Тщательно обнюхав оба кусочка мяса, Мурик немедленно съедал сначала один, а затем другой. Раздумий, колебаний не было совершенно! Они появились на жареной курице: сначала так же тщательно обнюхав каждый кусочек, он (в среднем за 10 дней) 2 минуты и 3,41 секунды решал, с какого начать. Затем начинал с одного (без выбора, левый или правый), а потом брался за другой. В опыте с мороженым кот сомневался гораздо дольше, целых 4 минуты и 5,37 секунды.

Еще один подопытный — дворняга Кузя, пес молодой, веселый, жизнерадостный, с ярко выраженным чувством юмора. На первое ему была овсянка, сваренная на мясном бульоне, на второе — два куса мяса, на третье — два соевых батончика. Те же десять дней дали нулевой результат: никаких раздумий и колебаний, все было съедено почти мгновенно. Так что и запускать секундомер не было нужды.

Воробьев для следующего опыта я отловил, как это рекомендуют Г.Л. Носков, Т.А.Рымкевич и О.П.Смирнов в своей книге «Ловля и содержание птиц»; пару снегирей приобрел на Полюстровском птичьем рынке Петербурга. После экспериментов птицы были выпущены на волю. Каждую из них содержали в отдельной клетке с домиком, поилкой и двумя одинаковыми кормушками.

Воробьям на первое достались разваренные каши (овсяная, гречневая, пшенная), на второе — просо, а на третье — рис вперемешку с говяжьим фаршем. Снегилям на первое предложили — семена подсолнечника, на второе — смесь семян разных трав, на третье — ягоды спелой красной рябины. Конечно, перед экспериментом был выдержан двухнедельный карантин, чтобы птицы адаптировались к новым условиям.

Здесь были интересные моменты. У воробьев самец и самка сначала вели себя по-разному. На первом этапе самец сомневался в среднем за 10 дней 0,30 секунды. Потом лихо клевал кашу попеременно то из одной, то из другой кормушки. А вот воробьяха сомневалась дольше — почти минуту, в среднем за 10 дней 57,14 секунды. На втором этапе они колебались почти одинаково: 3,28 и 3,35 секунды.

У снегирей же самец и самка вели себя одинаково. На первом этапе они сомневались в среднем соответственно 0,15 и 0,20 секунды, на втором 1,21 и 1,35 секунды, на третьем — 2,37 и 2,48 секунды.

Как же понимать все эти результаты? Разумеется, о «воле», «сомнениях» и «колебаниях» в человеческом смысле нет и речи. Поэтому эти слова и взяты в кавычки. Скорее всего, здесь мы наблюдаем другие эффекты: сначала исследовательское поведение, затем — пищевая мотивация. Что же касается второго и третьего этапов, то уже насытившиеся звери или птицы просто выбирают кусочки (крошки) корма повкуснее.

Тем не менее мы должны отдать должное наблюдательности Жана Буридана, который, по-видимому, по дороге в университет или домой наблюдал подобные картины.

В заключение хочу выразить свою искреннюю благодарность латинисту Л.А.Сергеевой, которая познакомила меня с содержанием трактата Жана Буридана.

**Н.В.Паравян**





# Законя

Владислав Кривомазов

Имеющий уши да услышит и еще издали различит по стуку копыт приближающегося всадника. Будь то тяжелый дробный топот боевого коня или легкий трот благородного жеребца, кентер посыльного скакуна либо же неторопливая поступь тяжеловоза — у каждого свой, неповторимый звук.

Но неискушенному человеку легко спутать гонца с беглецом, а гордеца с подлецом. Тут следует знать: ежели, к примеру, едет особа небедная, к роскоши привычная, то — вслушайся! — и звук копыт ее лошади будет особенным, тонким, мелодичным, как звон серебряных монет. А вот всаднику, не обремененному богатством, более присущ звук медный, глуховатый. Доброхот имеет конский ход приятный, мягкий, иной, чем у скупердяя, отличающегося редким лошадиным перестуком, жестким и холодным. Под певцом у лошади копыта словно бы и сами поют, а под трусливым воришкой — как бы присвистывают. Недаром же говорят, по седоку и конь! Так что, коль уж прослышал мягкий звук обернутых в тряпье копыт — беги с дороги, пока не попал под взгляд душегуба. Душегубы свидетелей ой как не любят!

Все эти премудрости старик Сегментий, не одну пару подметок сносивший в пыли дорог, знал как «Отче наш». Случалось ему и под парфорсную охоту попадать, и перекинутым через разбойничьи седла висеть, и на крестьянских телегах коротать путь в разговорах простых и жизненных. Всякое видал!

Поэтому, лишь заслышав за спиной звон копыт, еще не оборачиваясь, уже мог определить, что приближающийся всадник из семьи ремесленника — скорее сапожника, нежели портного: молод, тщеславен и не слишком умен. Родом юноша, видимо, происходил из Дыростола, находящегося в той стороне, поэтому Сегментий живо припомнил тамошнего мастера, у которого некогда чинил свои ботинки, и попытался представить, какой же из трех его сыновей-обормотов теперь мог оказаться на пустынной лесной дороге. Но додумать не успел.

— Старик, далеко еще до города? — Всадник поравнялся с Сегментием. Оказался он светловолос, роста вышел немалого, а в плечах так вообще чрезмерно широко раздался. Из одежды на нем были ладные сапоги, потертые брюки да дырявая куртка на голое тело, а оружие — деревянная дубина, заткнутая за веревку, которая служила незнакомцу взамен пояса. Словом, бандит бандитом.

Конь же в отличие от хозяина выглядел вполне достойно, ибо масти был черной, с густой гривой и пышным хвостом.

— До Столенграда-то? Да вон он там, за лесом, — старик скинул с плеча котомку и махнул рукой вперед, где узкая дорога делала крутой поворот. — До вечера пешком управисься.

Парень нахмурил густые брови. Остановил коня.

— Ты это на что намекаешь?

— А коня у тебя хочу купить. — Сегментий распахнул котомку, оказавшуюся доверху заполненной золотом. — Продашь?

При виде богатства глаза парня загорелись.

— Сколько?



## СКАЗКА

Старик пожал плечами:

— А половину бери. За такого красавца не жалко. — Он похлопал коня по шее. Тот опасливо скосил взгляд, но не отпрянул. — Откуда у тебя это чудо?

— Чудо! — фыркнул парень. — От папани досталось в наследство. Все лучшее остальным братьям раздал: старшему — дело, среднему — деньги. А мне вот Граблю... Скажи, старик, почему так всегда выходит: если младший, то дают худшее? Я же и сильнее, и умнее, да что там скрывать, и красивее других братьев. А мне коня... А куда мне он? Что с ним делать?

Сегментий поцокал языком:

— Кто знает, кто знает... Такой конь — тоже немалое богатство.

В ответ незнакомец лишь хохотнул:

— Ну, малое не малое, а твоего хватит. Ладно, по рукам!

Так и разменялись. Парень пешим ходом побрел дальше, весело посвистывая, а Сегментий остался стоять на месте, рассматривая свою покупку.

— Тебе как звать-то, добрый человек? — всласть наглядевшись, окликнул он бывшего конского хозяина. — Кого перед богом благодарить?

Обернувшись, незнакомец представился:

— Мать Ладаном назвала, отец Крошем величал, а в народе, стало быть, Ухарем зовут, а уж за что, то народ и спрашивай. Порой такого навывдумывают, что хоть садись, хоть падай! — И, чуть подумав, добавил: — А конь на Граблю откликается. Да ты садись, не бойся, не скинет!

Сегментий лишь улыбнулся, кротко ответствовал:

— К чему чужие ноги гнуть, когда свои есть.

Ухарь покачал головой, верно подумав, что старик совсем умом тронулся, но виду не подал, а лишь поудобнее перехватив нежданное богатство, завернутое в куртку, двинулся по направлению к Столенграду.

И вдруг промчалась!

Сегментий-то по многолетней привычке сразу отскочил в придорожные кусты, а парень так и остался стоять на месте с открытым ртом, разжав руки и дав золоту рассыпаться на дороге.

Только и запомнилась стройной фигуркой на изящном скакуне да тонким ароматом загадочных трав.

Вроде бы зеленоглазая...

Ч-черт!

Славен город Столенград, царская столица! Наряден, румянен, как девица, как каравай хлеба кругл и душист. Раскинулся у речки, и — красота! По краям башнями украшен, стеной опоясан, ворота во все четыре стороны. А дома все разные, один на другой не похожий, и улицы узкие, кривые, словно мысли в голове путаются, будто язык после доброй чарки заплетаются. Попробуй, гость, пройти — не выберешься. Будешь век плутать, городом восхищаться.

Но прежде чем соберешься войти сюда, помни — стража на границах Столенграда зорка, грозна, не всякого еще и пустит...

Старик оказался прав: Ухарь добрался до города лишь на закате дня. Вымотался донельзя. Постоял недолго, собираясь с силами, почесал маковку, разглядывая расписанные похабными надписями стены, после сплюнул и направился к воротам.

Стражников на первый взгляд было не видать, но ежели прислушаться, то сразу становилось понятно — здесь они. Из сторожки доносился разговор:

—...А ты глаза-то, глаза ее видел? Ух, какие!

— Глаза... С такой кормой глазенки не важны. Такую бы на кровать да...

— Экий ты, Ужас... Эй, а ну стоять! — Вдруг заметив подошедшего путника, один из стражников выскочил из тени сторожки и мигом ощерился, словно старый пес. — Кто такой? Куда направляешься? Почему в таком виде?

Я тоже нехотя поднялся и следом за Сдохом подошел к незнакомцу. Вид его обнаженного торса как раз меня не особо огорошил: к вечеру напекло так, что ух!

— В куртке что? — А вот самодельный сверток, несомый здоровым молодцем, заинтересовал меня куда больше, чем имя и цель визита.

— Коня продал, — похвастался Ухарь, достал из куртки монету и дал мне. — Служивые, пропустите, а?

— Продав... — протянул я, запихивая золотой в кошелек. — А может, украл, а?

— Или убил кого, а? — Это Сдох встрял, обиженный, что взятка досталась мне. — Ты на морду-то, на морду его посмотри! Да за версту видно — разбойник!

— Точно! На Ваську-висельника похож, что полгода назад повесили...

— Да вы чего? — попятился парень. — Да я честно продал.

— Ага. Сказочник! Кто же за коня столько отвалит? — Я перехватил ружье и врезал здоровяку промеж ног. Тот с глухим стоном рухнул. — Вяжи его, Сдох. В тюрьме ему самое место...

Да, есть в Столенграде и тюрьма, без нее никак. Без тюрьмы в городе беспорядок, если не сказать хуже, а вот с ней, наоборот, все чинно и благородно. Знай себе стоит на отшибе, в разнообразии домов не лезет, распространяет вокруг тишину и спокойствие.

Однако властителям и блюстителям порядка следует помнить, что тюрьма, она как стойло: не каждый конь в нем выстоит. Ленивый, безответственный так и простоит в нем всю жизнь, даже если и выйдет, то в скором времени воротится, глупый так вообще носу наружу не сунет, а вот свободолюбивого никакие стены не сдержат. Вонь, грязь, глумливая забота надсмотрщиков, грязная солома в углу вместо кровати, тут же отхожее место — это не для него. Запирай двери, ставь замки, смотри во все глаза — все равно сбежит.

Цыган за два года своего заточения убежал больше полусотни раз. Потом, конечно же, ловили, но разве это способно удержать человека на пути к свободе? Способно сломать его волю?

Нет, надсмотрщики-то старались образумить, тут уж им не откажешь в рвении, только все зазря. Оттого и шрамы — все лицо у Цыгана перекошено, один глаз вообще напрочь, а уж о сломанных костях и говорить нечего.

Но не сдался. По крайней мере, так рассказал он Ухарю.

— А ты вот думаешь, как я до жизни такой докатился? — после своего рассказа спросил Цыган у новоявленного сокамерника, давеча в полуживом состоянии заброшенного к нему на побывку. — А коней крал. И вороных, и буланных — всяких. И царских крал, и простых.

— А зачем тебе кони? — прохрипел разбитыми губами собрат по несчастью.

Цыган посмотрел на Ухаря, словно на сумасшедшего, после чего вдруг предложил:

— Я завтра сбегу. Айда вместе?

За последующие два года Цыган с Ухарем убежали больше полусотни раз...

Работа не волк, но конь. Для некоторых, кто капор от попоны не отличает, это ретивый жеребец, вздымающийся на дыбы, лишь только неумега ногу ставит в стремя. Для других же, подход правильный знающих, это верный друг, несущий тебя через всю жизнь и не сбрасывающий с седла.

Но даже если подчинилось тебе умение верховой езды, не гони, ибо пасть может и самый выносливый скакун. Поводья не рви, шпоры не вонзай — веди спокойно, вдумчиво. Успеешь.

Таким правилам подчинялся Долий, третий десяток лет разменявший в своей корчме и еще ни разу в жизни горестей горче, чем мыши в подполе, не знавший. Ладилась работа, радовала хозяйина, вот он судьбу и не испытывал, идя по жизни легкой рысцой. «Цок! Цоц!» — пели копыта. «Цвяк! Цвяк!» — звякали монетами посетители, исправно пополняя хозяйскую казну.

Так и сегодня. За окнами царили мягкие тона, в семье — порядок и покой, в душе — сладкое умиротворение. Несмотря на то что день только начинался, Долий уже имел в кошельке пять монет приятного достоинства от двух постоянных и одного захожего посетителя, посему хорошее настроение домашней кошкой грелось на груди и ласково мурлыкало вместе с хозяином незатейливый мотив веселенькой песенки.

Однако на третьем куплете, когда хозяин уже готов был вывести заливатское «ти-да-да!», дверь зала распахнулась, и в корчму вошел светловолосый здоровяк в кожаной куртке. Не обращая ни на кого внимания, он прошагал прямо к стойке, за которой находился Долий, и заказал пива.

Хозяин покорно исполнил, хотя при взгляде в серые холодные глаза парня сердце его противно екнуло от плохого предчувствия.

— Как дела? — осушив кружку, поинтересовался гость.

— Да грех жаловаться, — промямлил Долий, незаметно отцепив кошелек от пояса и спрятав его в укромное место под стойкой.

Незнакомец кивнул:

— Это хорошо. Хорошо, когда дела идут. Да и видно, что живешь ты не бедно. Это тоже хорошо. Наверное, отбоя от посетителей нет?

— А ты, любезный, с какой целью интересуешься? — Долий чуть осмелел. Благо, что гость был один, а посетители хозяина в беде всяко не оставят.

— Предложить тебе кое-что хочу, — ухмыльнулся парень.

— И что же?

— Долю в твоём деле. Будем твои доходы пополам делить. Половину — мне, половину — тебе. Это же справедливо? По-моему, справедливо.

— И с какой же это радости я должен тебе долю давать? — подбоченился корчмарь.

Ухмылка незнакомца стала еще шире, обнажив широкие прорехи меж желтыми зубами.

— А с той, что зовут меня Ухарь и мне полгорода так уже платит.

Плечи Долия опустились, боевой задор мигом улетучился. Посетители тоже при имени гостя как-то слишком уж спешно стали подтягиваться к выходу. Оно и немудрено: про Ухаря только глухой и не слышал. Разбойник тот еще! Как бежал год тому назад из тюрьмы, сколотил банду из

отъявленных негодяев и так лютовать начал, что мирный люд только за голову хватался.

— А если я откажусь? — с бесшабашной храбростью вдруг пропичал Долий.

— А ты не отказывайся! — Парень схватил хозяина за грудки и чуть было не вытащил из-за стойки.

Помешал тихий голос, попросивший бокал вина. Оказалась девушка. С виду хрупкая, почти подросток. В дорожной одежде. И откуда только взялась? Вот вроде бы и не было, и вдруг — нате! — стоит, скромно потупившись.

Ухарь так и застыл на месте. Долий же не растерялся и, хотя болтал в воздухе ногами, умудрился каким-то немислимым образом достать бутылку красного и наполнить серебряный, лучший во всей корчме, кубок. Беда не беда, а посетителя обслужить надо!

Девушка тихо поблагодарила и, пригубив напиток, произнесла ни к селу ни к городу:

— Если менять, то по-крупному. Землю — на небо. Небо — на Бога. А если жизнь — то только полностью.

Бросила хозяину монету и, оставив бокал почти нетронутым, ушла. А после нее у стойки еще долго держался сладкий запах незнакомых цветов.

И ведь точно зеленоглазая.

Ч-черт!

Управление государством тоже сходно умению верховой езды: опустишь поводья, дашь лошади самой вести, так и уведет в болото, а дернешь слишком сильно — взбрыкнет, да иногда так, что сам же и окажешься под копытами. Или вот уход: гриву причешешь, хвост подвяжешь, а подковы в навозе оставишь. Вроде и красиво, ан смердит как во рту у беса, и послы украдкой носы зажимают, плохое думают. Разве хорошо?

Шпоры, кнут — это все для глупого седока. Крови много, страданий не меньше, а государство и поныне там, где-то на дне. А пряниками закормишь, так и замучаешься с места трогаться, ибо сытый конь ленив.

Что ни говори, а государство, как и конь, требует верной руки.

Царство же Частички такой руки лет сто уже не испытывало. Дед ее поначалу еще что-то делал, но после плюнул и спился. Муж же сразу удавился, лишь тяжесть короны почувствовал. Вот и выпало на долю царицы мучиться с распоясавшимся народом.

А советники, как назло, один хуже другого: только и знают, что казну разворовывать. Один Гнида чего стоит...

Чтобы отвлечься от тяжелых дум, царица перевела взгляд на стоявшего перед ней Ухаря. Кроме него в тронном зале были лишь вышеупомянутый Гнида и два стражника: я да Сдох, рукой лукавой судьбы вынесенные на вершины сторожевой службы. Стояли мы здесь не просто так, а на всякий случай, ибо гость своей рожей у любого прохожего вызывал непрременную мысль о виселице. Царица не была исключением.

— Так это ты тот самый подонок, что в городе разбойничает? — спросила Частичка.

Висельник кивнул.

— Негодяй, ублюдок, бандит?

Кивнул снова, ощерив в улыбке гнилые зубы.

Царица обернулась к пресмыкавшемуся поблизости Гниде:

— Почему допущено такое безобразие?

— Добра ты, матушка. В народе не иначе как милостивая прослыла, — привычно заподобострастил советник.

— Тем и мучаюсь, — согласилась Частичка и вновь свое внимание обратила на Ухаря. — Коней крал?

— Нет, государыня. Но знаю я одного цыгана: нет такой конюшни, где бы он не побывал. Украдет вместе с всадником, если надо.



## СКАЗКА

— Надо. Только в такой конюшне твой цыган еще не бывал. Слышал что-нибудь об императрице Катерине?

— Краем уха, государыня. Я родину люблю. К чему мне чужие страны с их правительницами?

— Не лебези, образина, бесполезно. Ну а раз слышал, то вот тебе приказ: у нее коня украдешь. Сможешь — озолочу, титул дам. Не сможешь — с головой простишься.

Повелительно сказала, а в глазах печаль такая...

Но глаза-то не зеленые!

Все войны из-за коней. Государства, как кобылицы, удила закусят, копытом бьют — дай только повод, сойдутся в кровавой схватке...

Добирались до империи на перекладных, одевались простолудинами, прикидывались валенками. Сколько натерпелись — не пересказать. С горем пополам добрались.

Дворец у императрицы Катерины был на загляденье: высокий, широкий, раскинувшийся чуть ли не на полверсты, весь в огнях, в лепнине, колонны, ажурные балконы, мостики, террасы... Ох, проще повеситься, чем красоту эту описывать.

А уж ползти по ней ночью и того горше. Но приходилось.

Цыган-то ловко, словно обезьяна, перебирал руками и ногами, взбираясь все выше и выше по башне, а вот Ухарь отставал. Огромный, неуклюжий — чудом было, что до сих пор не свалился. Но из упрямства лез.

— Коня выкрасть — дело нехитрое, — поделился мыслью Цыган, когда напарники наконец выбрались на узкий парапет. Неподалеку светилось огромное окно императорских покоев. — А ты продать его попробуй. Хорошего коня разве ж отдашь в плохие руки? А плохого кто возьмет? Скажу тебе, атаман, что если красть, то только для себя. Под себя. Но тут масть важна. Не каждый конь тебе подойдет.

— А я вот как-то продал своего коня, — выдохнул утомившийся здоровяк. — Давно уж.

— Зря, атаман, зря. Недоброе это дело. Найди, пока не поздно, обратно выкупи.

— Да где же его теперь найти... Ух!

Прерваться разбойничьего атамана заставило открывшееся за окном зрелище. Тяжелые шторы были не задернуты, и для взоров приникших к стеклу воров явилась во всем своем великолепии спальня Катерины: задрапированные богатыми тканями стены, огромная кровать, шелковые простыни, из-под которых виднелась изящная женская ступня, одной своей формой ясно дающая понять, что ее обладательница красивейшая женщина в мире. А рядом...

— Так что же, она с ним спит?! — пробормотал ошарашенный Цыган.

Его соратник, не менее потрясенный увиденным, просипел:

— Всякое говорят.

— А царице-то тогда он зачем? — не унимался Цыган. — Тоже спать?

— Всякое говорят. — Ухарь наконец пришел в себя и смог совладать с голосом. — А наше дело маленькое — выкрасть. Как дело проворачивать будем?

Цыган почесал затылок:  
— Надо подумать...  
Думали часа два. Выкрали быстрее.

Весел город Столенград, охоч до забав: что ни год, то ярмарка, что ни месяц — казнь, что ни день — драка. Веселым, огненно-рыжим конем ходит радость от дома к дому, ржет во всю глотку, хвостом пыль метет. А за ней — толпа.

А уж в этот знаменательный для всего царства день за окнами банка «Долий и пр.» голытьба бесновалась так, что хоть святых вон выноси. Простой ведь человек беззаконию рад, словно ребенок, недалеким своим умом считая, будто бы все разрешено, а тот же, кому разум дан, понимает, что закон и порядок — меньшее из зол. Нет, конечно, можно и без них, но недолго и только лишь для праздника.

Что ни говори, а народ, он как конь. Если разнуздан, то суший дьявол!

Хозяин же банка на улицы Столенграда не выходил, даже в окно не глядел, сидел в своем кабинете и тоскливо перебирал бумаги. Не то чтобы там было что-то нужное — все дела еще с утра сделаны. Просто хотелось что-то перебирать, чтобы не смотреть на ухмыляющуюся рожу человека, сидевшего по другую сторону стола.

— Я разве о тебе, брат Долий, не заботился? — тем временем говорил Ухарь. — Не помогал разве тебе? Разве не благодаря мне ты здесь? Банкир Долий, уважаемый всеми человек! Это я тебя поднял. А то так бы и сидел в своей корчме, с медного на серебряный перебиваясь.

— А что мне с твоих денег, Ухарь? Никакой радости, разлад один. Уважают, говоришь? А любит хоть кто-нибудь?

— Полюбят. Я тебя главным казначеем сделаю.

Долий собрался с силами и отложил бумаги. Взглянул в бешеные глаза Ухаря.

— Коня тебе надо.

— Чего?

Банкир с удовольствием увидел на лице бывшего разбойничьего атамана, а нынче разодетого в пух и прах дворянина растерянность.

— Коня, — повторил Долий. — Вот бегаешь, суетишься, никуда не успеваешь, хватаешься за все подряд. Половину дела сделаешь, а уже за другое берешься, то не закончив. А все почему? А коня у тебя нет.

Неожиданно Ухарь расхохотался:

— Ну, брат Долий, ты даешь! Зачем же мне конь? Вона, царице достал я коня, и где она теперь? Куда ускакала? На что народ бросила? На расхват самозванцам? Кто теперь править будет? Наследников не оставила, достойных родственников нет — все барахло одно.

— Дурень ты, счастье Частичка свое нашла. И тебе надо найти. А без коня не найдешь.

— Хватит! — Здоровенный кулак обрушился на ни в чем неповинную столешницу. — Зубы мне не заговаривай. Мне нужны деньги. Много денег. А Столенграду нужен новый правитель, сильный и богатый. Или ты не печешься о своей родине? Насчет возврата не волнуйся, стану царем — все отдам, ты меня знаешь. Ну так что, дашь?

«А куда же я денусь», — подумал Долий...

После этого вскачь пронеслось пять зим. Отзвенела капель, распустилось и увяло лето. Наступила осень.

Жизнь — как конь. У кого она идет неторопливым аллюром, с достоинством мудрого мерина добропорядочного хозяина, а у кого несется, как резвый скакун под звонкой нагайкой неугомонного степняка. Есть и такие, хоть их и меньше, у которых она тянется старой клячей, еле переступая неверными ногами, грозя вот-вот упасть.

Но те, кто знал Чугуна, деревенского кузнеца, могли смело

сказать: вот у этого конь жизни топчется на месте, стреноженный. Уж сколько лет прошло, а кузнец до сих пор все там же, на задворках деревеньки стучит молотом о наковальню. Даже звук, старожилы говорят, ничуть не изменился. Оно и немудрено, к сорока с лишним годам Чугун ни детей, ни жены, ни дома себе нового не заимел — все в своей каморке уютился подле кузницы. И как был бобылем, так им и остался. Полную бороду седины вырастил, а ума ни на грош не прибавил.

Даже в подмастерья себе никого не брал — чему учиться? Так бы и помер один, если бы не я да Сдох, в шею выгнанные из царской гвардии. Под метлу нового правителя попали многие, вот и нас вышвырнуло далеко за пределы столицы. Еще и вне закона объявили, как подстрекателей. А уж к чему мы подстрекали — то и для нас самих загадка.

Так что теперь приходилось худо-бедно выживать.

Сама же деревня, где мы теперь обитали, была небольшой, дворов в дюжину. Спереди омывалась рекой, по краям прикрывалась лесом, а сзади имела невысокие холмы, поросшие кустами смородины да малины. Ну и дорога, куда же без нее. Серой лентой она тянулась сквозь редкий ряд домов и терялась где-то в лесных чащах.

Вроде и ничего такого, но как-то не поворачивался язык у заезжих гостей сказать, что, мол, деревня лежала. Лежала не лежала... Располагалась.

Впрочем, до этих мыслей человеку, верхом на чалой кобыле въехавшему в деревню одним осенним утром, было как до Бога. Молодой, светловолосый, но уже с поседевшими висками, могучий, но постепенно оплывавший жиром, одетый неброско, но ладно. Миновав потемневшие от времени избушки, он остановил своего коня возле кузницы и, дождавшись, когда кузнец его заметит и отставит молот в сторону, произнес слова приветствия.

Кузнец тоже не растерялся — отвесил поклон. После чего поинтересовался:

— Зачем пожаловал, добрый человек?

На что незнакомец ответил:

— Посмотрел бы ты мою лошадь, кузнец. Что-то она совсем смурная. Может, подкова расшаталась?

— Можно и посмотреть, — легко согласился Чугун и, подойдя, ловко проверил все четыре конских копыта. После чего, нахмурившись, обратился к лошадиной морде. Заглянул в глаза, открыл рот, пересчитал зубы.

— Эге! — удивленно присвистнул он, завершив осмотр. — Да никак сдохла твоя лошадь, друг.

— Как сдохла?! — опешил спешившийся незнакомец. — Только что же шла.

Чугун пожал плечами:

— Судя по виду, дня два уж как мертвая.

Человек для проверки ткнул пару раз лошадь под ребра, но та даже не шелохнулась.

— Вот басурманская рожа! — вспылил он. — Так и знал, что обманет!

— Кто? — не понял кузнец.

— Да торговец! Еще ведь за полцены предложил. Так и знал, что обманет!

Повздыхали они вдвоем над одной бедой, а после разговорились, конечно. Отчего же не поговорить, если есть о чем? Незнакомец о судьбе своей затянул:

— Думал, правильно живу. Менял все, как полагается, половину на половину. А вышло что? Полжизни как ломоть хлеба! Съел и не почувствовал. Думал, чего-то добился, а чего — до сих пор понять не могу. Вроде и есть все, а вроде и нет. Как получилось? Полбеды променял на полпобеды, вот и итог: в груди что-то вроде половины сердца. Как будто чего-то не хватает.

— Бывает, — посочувствовал кузнец. — У меня тоже жизнь не сахар. Живу, дереву подобно, с места не сходя. В землю эту по грудь врос — уже и не вытащишь. Только и знаю, что кую как прежде, как отец учил. Даже подковы, веришь ли, внутрь гну.

— Как так? Их же лет сто как наружу выгибают? — поразился гость.

— Вот и я о чем. А хочется чего-то большего!

— А ты иди ко мне кузнецом! — предложил незнакомец.

— У меня работы больше.

Чугун нахмурился:

— Куда это?

— Во дворец. Царский, конечно.

— Так ты что же — царь? — Кузнец недоверчиво покачал головой.

Незнакомец печально улыбнулся:

— Ну да, царь.

— Тот самый выскочка, из-за которого народ бедствует и голодает, а царство супостаты по частям растаскивают? Тот, который войну императрице Катерине и ту проиграл?

— Он самый. Хожу вот теперь по земле своей, на беды ее смотрю. Ума набираюсь. Инкогнито, разумеется.

— Эко как! Кому расскажи, что с тобой вот так, за здорово живешь болтал — не поверят! — воскликнул кузнец, но, тут же поскуцнев, добавил: — Да только не хочу я в твои хоромы. Невольно там.

— Это есть, — согласно кивнул царь. — Невольно. Ну, как хочешь. Второй раз не предлагаю — не полагается. Пойду.

— Куда? Пешком? Давай в деревню подмастерьев своих сгоняю, коня тебе возьмут. Для тебя любой отдаст!

На это царь загадочно улыбнулся:

— Нет уж. Как говорил один хороший человек: зачем чужие ноги гнуть, когда свои есть? Видно, не судьба мне коня иметь.

И только он на дорогу вышел, как вдруг мимо промчалась! На сверкающем скакуне, оставляя после себя чарующий запах весны.

Такая зеленоглазая!..

Ч-черт!

Масть важна. Не то чтобы первостепенно, но и небесполезно. Если ты тверд в поступках и уверенно идешь по жизни к намеченной цели, то конь у тебя должен быть вороной, рыжий или бурый. Те, у кого душа две стороны имеет, и лошадь выберут двухцветную: караковую, гнедую, буланую или игрневую. Люди же непростые, в которых сразу и не разберешься, чаще встречаются на саврасых, каурых или мышастых скакунах. А коль встретился тебе всадник на серой лошади, а то и вовсе чалой, то плюнь — не по зубам тебе такой. Сам себе на уме.

Пегие кони, чубарые, тигровые — как жизнь наша, пятнистые, — возят на себе и человека с судьбой нелегкой. На светлое пятно наткнешься — повезет. На темное — не взыщи.

Так уж повелось, иначе и не бывает.

Кто-то на это и скажет: что за нелепость! Не конь выбирает всадника, а всадник коня. Но на сей случай есть такая поговорка: коль не по тебе седло, то долго в нем и не просидишь. Либо сам шею себе своротишь, либо конь охромеет, либо, что вернее, цыгане украдут. Цыгане, они в этом толк знают.

Иначе и не бывает.

Тем более странно выглядела парочка, которая брела по лесной дороге стылым осенним утром: сгорбленный старик, ведущий за поводья коня, черного, будто смоль, с редкостной статью, более приличествующего персоне непростых кровей.

Тихо переступал, шаркая сбитыми ботинками по пыли,



## СКАЗКА

Сегментий, и в ритм ему брел конь, явно тяготясь подобным темпом. Чувал это и его хозяин. Приговаривал время от времени:

— Не грусти, Грабля, найдем мы тебе седока. Да такого, которого ты достоин. Который ничего за тебя не пожалеет. Вот дойдем до деревни, авось там и есть кто такой.

И брели бы они так еще долго, не раздайся вдруг впереди хриплое дыхание и не вылетит из-за поворота запыхавшийся путник. Выглядел он неважно: взмыленный, раскрасневшийся, весь в пыли. Разве что язык не на боку. По такому сразу видно — не бегун, хоть и здоровенный. Дыхание не хранил, бежал быстрее, чем мог. Неправильно.

Сегментий неодобрительно поцокал языком.

Путник же, поравнявшись с ним, остановился, еле держась на ногах.

— Видел тут?.. — глотая слюну, спросил он старика. — Такую...

— Видел, — ответил тот. — Недавно промчалась. Лихая! Тебе не догнать.

Путник без сил рухнул в дорожную пыль.

— А что, очень надо? — участливо поинтересовался старик, становясь рядом.

Незнакомец лишь кивнул. И внезапно, заметив вороного красавца, взмолился, пав на колени:

— Старик, продай коня! Век благодарить буду! Я царь! Честно слово, что хочешь проси! Все отдам!

Сегментий хитро прищурился.

— Отчего же не продать? Продам, — легко согласился он. — Только всего мне не надо...

На свадьбе я не был — не пустили. Но слышал, будто бы та невеста была чертовски зеленоглазая и краше всех на свете. И что жених выглядел достойным: мудрым и величественным, как и полагается царю. Что пир тот был горой, а мед такой густой, что в усах застревал, в рот не попадая.

Говорят, хоть этому и трудно поверить, будто на пиру видели и Долия-банкира, и Чугуна-кузнеца, и Цыгана-конокрада. И что уж воистину удивительно, среди гостей был и конь, черный как уголь, Граблей именуемый. И сказывают, что на празднике том не было места плохим людям: даже Гнида там насмерть отравился парным молоком.

Кроме того, сидел возле жениха и еще один человек. Сегментий, конечно же! В богатой одежде, с короной соправителя на голове. Но радовался он только за молодоженов, а не своему вдруг свалившемуся богатству.

Можете мне верить, а можете и нет, но полцарства за любовь — это совсем немного!



# Чеснок

**Откуда взялся чеснок?** Родина чеснока – киргизские степи, оттуда еще в глубокой древности он начал свое путешествие по Малой и Средней Азии, а затем попал и в Египет. Не менее 5000 лет чеснок известен в Европе. На Руси он появился в IX веке, куда был привезен из Византии. Славянское название «чеснок» он получил потому, что головка растения распадается на дольки, зубки, то есть «чесы».

Распространившись на все континенты, чеснок занимает 13-е место на рынке овощей. В Китае его выращивают до 500 000 тонн в год, а в Испании (лидер европейского производства чеснока) – 240 000 тонн.

**Какие полезные вещества содержит чеснок?** Своей популярностью чеснок обязан не питательным свойствам, а уникальному набору микроэлементов, витаминов и других полезных соединений. Чеснок содержит азотистые вещества, калий, натрий, кальций, магний, фосфорную, серную и кремниевую кислоты, следы иода, витамины С и D, витамины группы В, углеводы, жир, фитостерины, а также разнообразные серосодержащие соединения, в том числе аллин, ферменты, аллилглюкозид, большое количество фитонцидов и до 2% эфирного масла, состоящего из сернистых соединений (дисульфидов, трисульфидов и высших сульфидов). Благодаря комбинации фитонцидов и серосодержащих соединений, в первую очередь аллина, чеснок и стал для людей замечательной пряностью.

**Почему чеснок полезен для здоровья?** Лечебные свойства чеснока были известны еще в глубокой древности. О них упоминают древние папирусы, посвященные вопросам медицины и правильного питания. Древнегреческие атлеты перед тренировками

жевали его как допинг, а римские легионеры регулярно ели чеснок для укрепления иммунитета и мужской силы. Чесночные настойки использовали во время чумы. Например, в 1720 году жители Марселя остановили распространение эпидемии, дезинфицируя все смесью чеснока с уксусом. Научное подтверждение антисептических свойств чеснока получил в 1858 году Луи Пастер. Он установил, что масло чеснока эффективно уничтожает многие разновидности плесени и дрожжи, в том числе патогенные.

Чеснок исключительно богат фитонцидами, обладающими бактерицидными свойствами. Если жевать дольку чеснока 1–2 минуты, полость рта становится безмикробной.

Аллицин, производное аллина, снижает уровень холестерина в крови. Поэтому в настоящее время чеснок и препараты из него используют при гипертонической болезни, атеросклерозе, ревматизме. Кроме того, чеснок полезен при заболеваниях органов дыхания, таких, как пневмония, бронхиальная астма, моче- и желчнокаменной болезнях, подагре. Регулярное употребление чеснока в пищу снижает риск осложнения после удаления кариозных зубов. Чеснок при этом полезнее есть не целыми зубчиками, а мелко порезанный или раздавленный в прессе: так в нем образуется больше аллицина. Свежеприготовленную кашицу и сок применяют при бородавках, экземах и других кожных заболеваниях. Иногда соком чеснока натирают при облысении и укусах насекомых.

Чеснок полезен не только сырым. Клизмы с теплым чесночным отваром применяют для изгнания глистов. Часто для этой же цели дольку чеснока вводят в прямую кишку. Печеный чеснок в смеси со сливочным маслом или отваренный в молоке ускоряет созревание фурункулов и размягчает болезненные мозоли.

По данным японских и американских исследователей, чеснок обладает выраженным противорадиационным действием. Он связывает соли тяжелых металлов и нивелирует действие радиоизлучения на клетки. Чеснок содержит селен, который связывает свободные радикалы, — именно поэтому он показан тем, кто работает с ионизирующим излучением или проживает на территориях, загрязненных радионуклидами.

**Почему чеснок пахнет?** Александр Дюма говорил, что запах чеснока прекрасно чувствуют все, кроме того, кто его съел. Запах чеснока настолько силен и своеобразен, что в Древней Греции и Риме его использовали во время жертвоприношений для отпугивания злых духов и темных сил. Надо полагать, успешно.

Характерным запахом и вкусом чеснок обязан своему главному серосодержащему соединению аллиину (это производная аминокислоты цистеина). Сам по себе аллиин не пахнет, но, когда чеснок нарезают, аллиин вступает в реакцию с фермен-



том аллииназой и распадается, образуя остро пахнущий аллицин (диаллил-дисульфидный оксид). Аллицин со временем превращается в диаллиловый дисульфид, поэтому разрезанный чеснок постепенно изменяет аромат.

Чтобы освежить дыхание после чеснока, пожуйте веточки петрушки, семена кардамона или корицы. А для удаления запаха чеснока с рук нужно потереть их ломтиком лимона.

**Как хранить чеснок?** В старину люди считали, что чеснок предотвращает старение и продлевает жизнь. Возможно, это поверье пошло от того, что чеснок удивительно долго не портится и сохраняет свежесть и влагу месяцами в отличие от других овощей. Он хорошо сохраняется в течение зимы даже в условиях городской квартиры.

Чеснок закладывают в реечные ящики или корзины, которые ставят в темное место с температурой не выше 18—20°C, например в шкаф или на антресоль. Перед закладкой на хранение чеснок тщательно просушивают в тени 20—25 дней, чтобы он не подгнивал. Головки должны быть плотными, с прочной розовой кожурой. Зимой чеснок каждый месяц проветривают и перебирают. В комнатных условиях его можно хранить подвешенным в связках. А можно поместить корзинки с чесноком в нижний ящик холодильника.

Головки молодого чеснока, еще не огрубевшие, заготавливают впрок: маринуют или засаливают.

**Как правильно использовать чеснок на кухне?** Чеснок едят сырым, вареным, печеным, малосольным и маринованным, добавляют в салаты, соленья, консервы, супы и вторые блюда. Поэтому вопрос о том, с какими продуктами сочетается чеснок, просто не стоит. Очевидно, со всеми. Недаром еще Пифагор называл чеснок королем пряностей.

Однако некоторые хитрости в употреблении чеснока есть: все-таки резкий вкус накладывает определенные ограничения. Следует помнить, что толченый и мелко порезанный чеснок обладает более сильным вкусом и ароматом, чем крупно порезанный. Лучше все-таки не лениться и поработать ножом – вкус рубленого чеснока проявляется лучше, чем давленого. Чтобы зубчики легко чистились, на них надо предварительно нажать плоской стороной ножа. Помните, что чеснок с зеленым проростком может придать блюду горечь.

Чеснок нужно правильно дозировать. Не забывайте, что в горячие блюда его добавляют немного больше, чем в холодные закуски. При перегревании чеснок теряет вкус и аромат, поэтому его кладут в кастрюлю, когда отключают огонь, и после этого дают блюду настояться 5—7 минут.

Некоторым нравится сырой чеснок. Он улучшает пищеварение и аппетит, снимает боли в кишечнике, повышает сопротивляемость к инфекционным заболеваниям. Полезнее всего съедать за обедом корку хлеба, натертую чесноком, или же по три дольки чеснока с простоквашей перед ужином, за 30 минут до еды.

И наконец, два рецепта, в которых чеснок играет роль не приправы, а основного компонента.

**Икра из чеснока.** 10 г чеснока растереть с солью, добавить 30 г грецких орехов и снова растереть. Замоченный в воде ломтик хлеба отжать и смешать с чесноком и орехами. Полученную массу взбить деревянной ложкой, подливая постепенно 10 мл растительного масла до образования пюре. Добавив лимонного сока, икру укладывают на тарелку, заглаживают ножом и украшают маслинами.

**Дип из печеного чеснока.** Разобрать две головки чеснока на зубчики и, не снимая кожицы, разложить их на небольшом противне, побрызгать оливковым маслом и запекать в духовке 20—30 минут при 200°C. Достать и остудить пять минут. Очистить чеснок от кожуры и твердых кончиков, посолить и размять вилкой до пюреобразного состояния. Добавить четверть столовой ложки майонеза, пять столовых ложек йогурта и чайную ложку горчицы. Хорошо размешать, посолить и поперчить по вкусу.

Л. Викторова



Художник Е. Станикова



НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ  
НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ





## КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

## Технологии Деда Мороза

Многие задаются вопросом: как Дед Мороз, а равно Йолупушки и Санта-Клаус, он же Веселый старый эльф, умудряется всего за одну ночь разнести подарки миллионам ребятишек? Как он протискивается сквозь печные трубы и окна со своим увесистым мешком, нагруженным не только куклами и солдатиками, но и велосипедами, и лыжами, и автомобилями? Ответ на эти вопросы нашел доктор Лари Сильверберг из университета Северной Каролины (Агентство «NewsWise», 8 декабря 2008 года). По его мнению, Дед Мороз пользуется самыми современными достижениями науки.

Например, откуда он знает, что какому ребенку нести? Для этого существует персональная линия связи с антенной, которая улавливает электромагнитные импульсы мыслей. Программное обеспечение расшифровывает и фильтрует полученные данные, благодаря чему удастся не только прочесть мысли о подарке, но и выяснить, как человек себя вел в течение года. Впрочем, обычная почта тоже вносит свой вклад.

Чтобы объехать миллионы домов, Дед Мороз использует общую теорию относительности: трансформирует пространственно-временной континуум, создавая в нем пузыри с другим течением времени. В результате на развозку подарков у него уходит вечность, а получают их все одновременно. С помощью аналогичной трансформации пространства он проходит со своими объемными подарками сквозь самые узкие щели.

Да и вообще, не носит он с собой никакие подарки. В мешке находятся установка и набор нанощаблонов. По ним подарки синтезируются прямо на месте из подручных атомов.

Ну и наконец, Санта-Клаусу и его оленям никак не съесть все те продукты, что ему оставляют в обмен на подарки. Он их дегидратирует и сохраняет на следующий год. Иначе чем бы он питался, витая в облаках остановленного времени?

**А. Мотыляев**

...измерения, проведенные с несколькими сотнями спиральных галактик, показывают, что все они погружены в массивное гало темной материи, размер которого превосходит видимый диаметр галактики более чем на порядок («Успехи физических наук», 2008, т.178, □ 11, с.1129—1164)...

...образование тяжелых элементов и рентгеновские взрывы на звездах зависят от нестабильных ядерных изотопов («Physics Today», 2008, т.61, □ 11, с.40—45)...

...самым удобным способом получения водорода из метанола на борту транспортного средства представляется автотермическая, или парокислородная конверсия («Успехи химии», 2008, т.77, □ 11, с.1064—1087)...

...ген HAR1, содержащий 118 отличий между человеком и шимпанзе, действует в коре головного мозга с седьмой по девятнадцатую неделю развития плода («Российский физиологический журнал», 2008, т.94—□ 9, с.1017—1028)...

...несвязанность в пространстве и времени отдельных частей сновидения при парадоксальном сне вызвана изменениями в работе гиппокампа («Журнал высшей нервной деятельности», 2008, т.58, □ 5, с.521—539)...

...компания 23andMe в Калифорнии, deCODE в Рейкьявике ведут агрессивную политику продвижения геномного сканирования, даже не имея лицензии на деятельность, связанную с медицинской («В мире науки», 2008, □ 12, с.36—41)...

...в условиях экономического кризиса мелкие биотехнологические компании будут стремиться к сотрудничеству и слиянию с крупными («Nature», 2008, т.456, □ 7219, с.155—159)...

...американское Агентство по контролю фармпрепаратов и продуктов питания выпустило долгожданный проект руководства, которое будет регламентировать коммерческое использование генноинженерных организмов («Nature





Biotechnology», 2008, т.26, □ 11, с.1205—1207)...

...водная суспензия бакминстерфуллерепа  $C_{60}$  токсична для бактерий, поскольку вызывает окисление белков, изменение мембранного потенциала и клеточного дыхания; суспензии  $C_{60}$  токсичны также для дафний и рыб («Environmental Science and Technology», 2008, т.42, □ 21, с. 8127—8132)...

...в препаратах, содержащих экстракт зверобоя, антидепрессантный эффект оказывает флавоноид гиперозид («Химико-фармацевтический журнал», 2008, т.42, □ 10, с.39—42)...

...ген может иметь полифилетическое происхождение, то есть формироваться из фрагментов нескольких предковых генов («Gene», 2008, т.426, □ 1—2, с.39—46)...

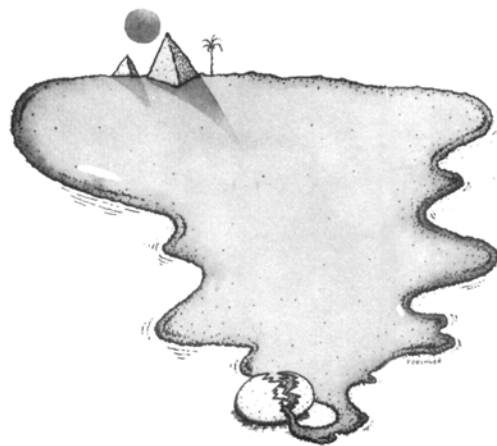
...большинство станций Санкт-Петербургского метрополитена построены на глубине более 40 м в толще плотных протерозойских глин («Горный журнал», 2008, □ 6, с.41—43)...

...исследована микроструктура гранита «музыкальных колонн» в храме Витала индийского города Хампи, а также аудиозапись издаваемых ими звуков («Journal of Acoustical Society of America» 2008, т.124, □ 2, с.911—917)...

...за два с половиной месяца активного туризма в июне — августе экосистема карельской реки Кереть принимает как минимум 63000 литров мочи и 7000 кг кала («Успехи современной биологии», 2008, том 128, □ 4, с.424—430)...

...мировая фауна кровососущих комаров насчитывает 3490 видов, российская — 105 («Паразитология», 2008, т.42, □ 5, с.360—381)...

...хромобелки у ярко окрашенных глубоководных медуз, вероятно, скрывают люминесценцию проглоченных медузой организмов, которая могла бы привлечь более крупных хищников («Биоорганическая химия», 2008, т.34, □ 5, с.581—590)...



## Ледяное бревно

Была у зайца избушка лубяная, а у лисы — ледяная. Летом избушка лисы, конечно, растаяла, зато зимой она хвалилась перед зайцем: у меня, мол, избушка светленькая, а у тебя темненькая. Это было давно и в сказке. Но и в современной реальности находятся желающие жить в ледяных избушках. Точнее, в ледяных отелях, коль скоро речь идет о туристическом бизнесе северных стран. В самом деле, испокон веку эскимосы и самоеды строили снежные иглу и неплохо проводили в таких домиках время: благодаря низкой теплопроводности снега внешний мороз не добирается до обитателей жилища и внутри устанавливается более-менее комфортная температура. Просторное помещение из снега не построишь, но его можно сделать изо льда. Именно этот материал и применяют для строительства модных зимних отелей и ресторанов в Заполярье. Говорят, что свежий ледяной воздух очень способствует крепкому сну и вообще здоровому отдыху.

Однако строят современные избушки из обычного речного или озерного льда, который надо, во-первых, вырубить с поверхности водоема, а во-вторых, доставить на стройплощадку, что удорожает строительство. Способ решить эту проблему Маркус Рикель, житель финского села Рованиеми, того самого, где расположена резиденция финского Деда Мороза — Йоулопуки, придумал, разглядывая стены собственной бревенчатой избы ([www.tekes.fi](http://www.tekes.fi), 15 декабря 2008 года). В самом деле, отчего бы не делать ледяные бревна непосредственно на месте стройки? С помощью финского агентства поддержки инноваций он сделал необходимое оборудование, отработал технологию и в январе 2008 года построил в Рованиеми первый ресторан из ледяных бревен.

Испытания показали плодотворность идеи во всех смыслах: и ресторан простоял всю полярную ночь, и затраты на его строительство удалось окупить. Поэтому в декабре 2008 года в Рованиеми построили целую ледяную деревушку: ресторан, избушки для отдыха с деревянными лежаками, застланными шкурами, и даже ледяную сауну. Сам же Маркус Рикель надеется адаптировать ледяную технологию для более теплых районов. Действительно, любой химик знает, что с помощью всем известных соединений, таких как селитра, можно поднять температуру плавления льда на 5—10 градусов. А если специально задаться такой целью, то кто знает, до какой температуры удастся сохранять лед твердым. Сделали же с помощью поверхностно-активных веществ сухую воду.



**А.В.СЕМЕНОВУ**, Москва: Краски, которые светятся ночью за счет световой энергии, накопленной днем, могут содержать, например, алюминатные люминофоры  $MeAl_2O_3:Eu^{2+}$ ,  $Re$ , где  $Me$  — щелочноземельный металл, а  $Re$  — редкоземельный активатор из группы лантаноидов.

**Т.Г.ТРЕТЬЯКОВОЙ**, Смоленск: Свинцовая примочка, часто упоминаемая в литературе, — 0,25–0,5%–ный раствор ацетата свинца (II), а свинцовый сахар — его тригидрат, который кристаллизуется из раствора; свинцовую примочку и по сей день применяют как охлаждающее и вяжущее наружное средство.

**С.НЕРЕВИНУ**, Санкт-Петербург: В соединении под названием «фенетол» ничего необычного нет: это всего лишь этоксибензол, или этилфениловый эфир.

**М.Л.ЛОСЕВОЙ**, Калининград: Цветные кружева можно «подкрахмаливать» желатином: две чайных ложки залейте 0,5 стакана холодной воды, оставьте на два-три часа, затем, непрерывно помешивая, долейте стакан крутым кипятком; в полученный раствор опустите кружево, выньте, расправьте и высушите; для кружева из капроновых нитей раствор надо охладить до 30°C.

**В.В.КУПРИЯНОВУ**, Новосибирск: В принципе планета может двигаться всегда одним полушарием вперед, но только тогда, когда у нее совпадают орбитальный период и период обращения вокруг оси (как у многих спутников планет Солнечной системы, в том числе Луны); в ситуации, описанной Иваном Ефремовым в «Часе Быка», это действительно не получается.

**Н.Б.**, вопрос из Интернета: Чтобы мы опубликовали информацию о ранее неизвестном физическом явлении, необходимы как минимум надежные экспериментальные подтверждения и отсутствие противоречий с уже известными законами физики.

Писателю-фантасту Н.Л.: Не говоря о том, что мы не рассматриваем рассказы вне конкурса на СамИздате, присылать в «Химию и жизнь» письмо, которое начинается обращением «Уважаемая редакция журнала «Мир фантастики», не очень-то вежливо.



## Полиэтилен

Он настолько незаметен, что мы забываем о том, как много места он занимает в нашей жизни. Возьмем любую книгу о XIX веке или о начале XX: всякий раз, когда человек несет с собой что-нибудь, что нельзя положить в карман или сумку, — появляются всевозможные узлы, узелки, кульки и свертки. В узел завязывали одежду, в тряпицу заворачивали хлеб, в кульке несли конфеты, а транспортировка, допустим, копченой рыбы из лавки нашему современнику показалась бы серьезной проблемой. Как ее тащить, такую благоухающую, без пакета?

Как всем известно, молекулы полиэтилена — длинные цепи, которые получают полимеризацией этилена. Впервые его синтезировал в 1898 году немецкий химик Ганс фон Пехман, и произошло это случайно. Воспроизводимый синтез был разработан в 30-е годы XX века в британской компании «Imperial Chemical Industries» (ICI). А после войны «белое воскообразное вещество», как описывали его первооткрыватели, начало свое триумфальное шествие. Термопластичный, непромокаемый, устойчивый к щелочам и кислотам... Конечно, из него изготавливают не только пакеты. Что бы



делали без полиэтилена современная промышленность, медицина, сельское хозяйство? Трудно назвать область, где он бы ни применялся.

Сейчас ежегодно производится 60 млн. тонн полиэтилена. У вас дома едва ли имеется тряпочка для заворачивания хлеба, а пакеты наверняка есть: для пищевых продуктов, для мусора, для походов в магазин и просто так — вдруг пригодятся... Наши мамы имели привычку стирать грязные пакеты, просушивать на веревочке и затем использовать повторно. Теперь так никто не делает. А может, и зря?

Как только полиэтиленовый пакет становится мусором, все его достоинства оборачиваются недостатками. Он не размокает, не распадается на волокна, его не употребляют в пищу бактерии. Да, существуют методы переработки... но лично вы всегда ли выбрасываете паке-

ты в контейнер для негниющих отходов? Вот поэтому, как бы ни развивалась дальше химия упаковочных материалов, полиэтилен останется с нами еще несколько веков. Именно веками измеряется время его утилизации в природе.

Стирать пакеты мы, пожалуй, не будем: это увеличило бы количество сточных вод. Защитники окружающей среды предлагают как эффективную замену полиэтилену холщовые сумки. Входит в моду и более экзотический вариант — японский платок фуросики, в который можно красиво упаковать самые разные предметы, от коробочки с бутербродами до двух бутылок вина. Но пока еще мало кто решится пройтись по европейскому городу с разноцветным узелком вместо пакета. И опять же, что делать с копченной рыбой?

Видимо, последнее слово останется за высокими технологиями. Нужно научить-

## МАТЕРИАЛЫ НАШЕГО МИРА

ся перерабатывать полиэтилен химическим либо биологическим способом. (Это вовсе не фантастика: в мае 2008 года 16-летний канадец Дэниел Берд был награжден за открытие бактерий рода *Sphingomonas*, разрушающих 40% полиэтиленового мусора менее чем за три месяца.) Но сначала надо наладить сбор сырья для утилизации, а с этим у цивилизованного человечества проблемы. Проще будет создать упаковочный материал, съедобный для бактерий. О полимерах молочной кислоты «Химия и жизнь» писала не раз, им осталось только догнать полиэтилен по технологичности и низкой себестоимости. А мы пока постараемся бросать ненужные пакеты только в мусорные контейнеры.

**Е.Котина**

**Миссия Форума** - содействие развитию инновационных процессов в России, международного научно-технического и делового сотрудничества.

Форум является одним из крупнейших мероприятий инновационной направленности в России. Ежегодно в Форуме участвуют более 500 компаний из 40 регионов РФ и 20 стран ближнего и дальнего зарубежья.



**21-24 апреля 2009 года**  
**Россия, Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»**



**10** ЮБИЛЕЙНЫЙ  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ФОРУМ И ВЫСТАВКА  
**ВЫСОКИЕ  
ТЕХНОЛОГИИ**  
HIGH  
TECHNOLOGY OF **XXI**  
**ВЕКА**

**Организаторы:**

Министерство промышленности и торговли Российской Федерации  
Департамент науки и промышленной политики города Москвы  
Институт экономики и комплексных проблем связи ОАО «ЭКОС»  
Российский фонд развития высоких технологий  
Московская торгово-промышленная палата  
Московская ассоциация предпринимателей  
Министерство промышленности и науки Московской области  
ЗАО «Экспоцентр»

**Под патронатом**

Торгово-промышленной палаты Российской Федерации

**Устроитель - ООО «ЭКСПО-ЭКОС»**

тел.: + 7 (495) 332-35-95, 332-36-01, 331-23-33  
e-mail: vt21@vt21.ru

**www.vt21.ru**

**Приглашаем принять участие в мероприятиях Форума:**

■ **10-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА «ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА»**

**Тематика экспозиции:**

нанотехнологии и новые материалы  
биотехнологии и медицина  
энергетика и экология  
авиационно-космические технологии  
телекоммуникационные системы  
информационные технологии  
радиоэлектроника  
лазерные технологии  
машиностроение

**Выставочные салоны:**

«Hi-Tech-МЕГАПОЛИС»  
«НАУКОГРАД»  
«ТЕХНОПАРК»  
«Hi-Tech-НАУКА»

**Специализированные выставки:**

«НАНОТЕХНОЛОГИИ XXI – 2009»  
«ЭНЕРГИЯ XXI – 2009»  
«НЕОГЕОГРАФИЯ XXI – 2009»

■ **МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ – СТРАТЕГИЯ XXI ВЕКА»**

■ **КОНКУРСНАЯ ПРОГРАММА**

■ **БИЗНЕС-КЛУБ**

■ **ПРЕЗЕНТАЦИИ**

