

К<sup>∞</sup> РИЗИЖ И РИМИХ





*Физики пьют до потери  
сопротивления,  
медики — до потери пульса,  
химики — до потери реакции...*

*Научный фольклор*

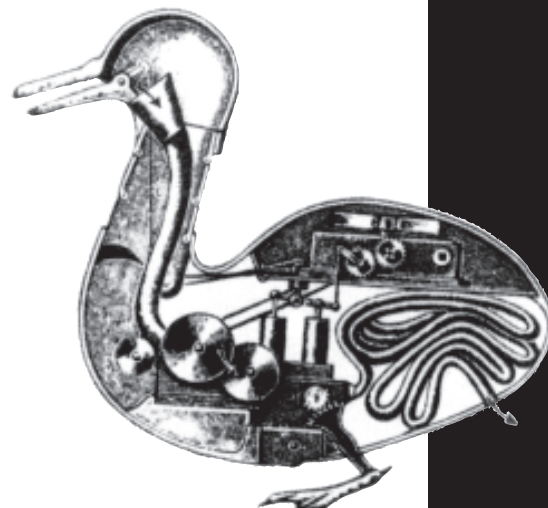
Предлагаем читателям продолжить этот перечень про чиновников, геологов, военных, психологов, лингвистов, артистов, музыкантов и т.д.

Присылайте свои версии в редакцию по электронной почте [redaktor@hij.ru](mailto:redaktor@hij.ru)



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок Н.Кращина к статье «Шаг за шагом»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — Ваза «Наutilus». Эта ваза похожа на рог изобилия, но только для подводного мира. Несметные сокровища, добытые со дна моря, люди используют в своей жизни. Об этом читайте в статье «Жемчужная мама» и ее чада»*





**СОВЕТ УЧРЕДИТЕЛЕЙ:**  
**Компания «РОСПРОМ»**  
 М.Ю.Додонов  
**Московский Комитет образования**  
 А.Л.Семенов, В.А.Носкин  
**Институт новых технологий образования**  
 Е.И.Булин-Соколова  
**Компания «Химия и жизнь»**  
 Л.Н.Стрельникова

Зарегистрирован  
 в Комитете РФ по печати  
 17 мая 1996 г., рег.№ 014823

**НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:**

**Главный редактор**  
 Л.Н.Стрельникова  
**Главный художник**  
 А.В.Астрин  
**Ответственный секретарь**  
 Н.Д.Соколов

**Редакторы и обозреватели**  
 Б.А.Альтшулер, В.С.Артамонова,  
 Л.А.Ашкинази, В.Е.Жвирблис,  
 Ю.И.Зварич, Е.В.Клешенко,  
 С.М.Комаров, М.Б.Литвинов,  
 О.В.Рындина, В.К.Черникова

**Производство**  
 Т.М.Макарова  
**Служба информации**  
 В.В.Благутина

**Агентство ИнформНаука**  
 О.О.Максименко, Н.В.Маркина,  
 Н.В.Пятосина, О.Б.Тельпуховская  
 textmaster@informnauka.ru

Подписано в печать 10.07.2004  
 Допечатный процесс ООО «Марк Принт энд Паблишер», тел.: (095) 136-37-47  
 Отпечатано в типографии «Финтрекс»

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

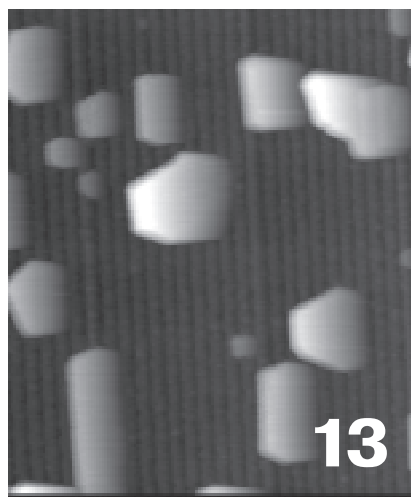
**Телефон для справок:**  
 (095) 267-54-18,  
**e-mail:** redaktor@hij.ru

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

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

На журнал можно подписаться  
 в агентствах:  
 «Роспечать» — каталог «Роспечать»,  
 индексы 72231 и 72232  
 (рассылка — «Центроэкс», тел. 456-86-01)  
 «АРЗИ» — Объединенный каталог  
 «Вся пресса», индексы — 88763 и 88764  
 (рассылка — «АРЗИ», тел. 443-61-60)  
 «Вся пресса» — 787-34-48  
 «Информсистема» — 124-99-38, 127-91-47  
 «Интерпочта» — 925-07-94, 921-29-88  
 ООО «Урал-Пресс» — 214-53-96  
 ООО КА «Союзпечать» — 319-82-16  
 На Украине «KSS» — (044) 464-02-20

© Издательство  
 научно-популярной литературы  
 «Химия и жизнь»



13

Как расставить в нужном  
 порядке серебряные квантовые  
 точки на кристалле кремния.

Химия и жизнь — XXI век

17



Как  
 в четыре этапа  
 «пришить» тефлон к подложке.

### ИНФОРМНАУКА

ЗАРОЖДЕНИЕ ЖИЗНИ, ЛАБОРАТОРНАЯ МОДЕЛЬ .....	4
ШЕСТАЯ ВОЛНА ВЫМИРАНИЯ .....	4
ЛЕД, НЕФТЬ И ПТИЦЫ .....	5
КАНЦЕРОГЕНЫ: РАЗДЕЛЯЙ И ВЛАСТВУЙ .....	5
ТРАНСПЛАНТАЦИЯ УМА .....	6
ТАБЛЕТКА ОТ ПЛОХОГО ПОВЕДЕНИЯ .....	6
КАК ВЫРАСТИТЬ ПОРТРЕТ .....	7

### ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

<b>А.И.Тартаковский</b> ИТ: ПОЛУПРОВОДНИКИ С НУЛЬМЕРНЫМ ХАРАКТЕРОМ .....	8
---	---

### ФОТОИНФОРМАЦИЯ

<b>С.Алексеев</b> ПОРЯДОК СЕРЕБРЯНЫХ ТОЧЕК .....	13
---	----

### ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

<b>Л.Ашкинази</b> СТРУКТУРЫ HAND-MADE .....	14
--	----

### ТЕХНОЛОГИИ

<b>Г.В.Афанасьева</b> КАК УКРОТИТЬ СКОЛЬЗКИЙ ПОЛИМЕР .....	17
---	----

### ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

<b>Л.Намер</b> ЭЛЕКТРОННАЯ ЛАМПА — ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ .....	22
---	----

### ИНФОРМНАУКА

НОВАЦИИ В МИРЕ ЖИВОТНЫХ .....	24
НАД ЧЕМ СМЕЮТСЯ ДЕТИ .....	24

### РАЗМЫШЛЕНИЯ

<b>Л.Ашкинази</b> ШАГ ЗА ШАГОМ .....	25
---	----

### А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

<b>В.Б.Сапунов</b> ТЕЩА — ТОЖЕ ЧЕЛОВЕК .....	26
---	----

### МОЛЕКУЛЫ ЖИЗНИ

<b>Е.Котина</b> АСКОРБИНКА И ДРУГИЕ .....	28
--	----

### ЗДОРОВЬЕ

<b>А.Н.Ирецкий, О.М.Рукавцова</b> РТУТЬ, СВИНЕЦ И СОЛНЦЕ .....	30
---	----





Древние считали, что они образуются из капель дождя, попавших в раковину. Сегодня породить жемчужину может и капля мазута.

# 34

Все, кто в советские годы водил суда по Главсевморпути, пользовались ледовыми лоциями лейтенанта Колчака-Полярного. Того самого Колчака.



# 60

## ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

**Д.Я. Фашук**  
«ЖЕМЧУЖНАЯ МАМА» И ЕЕ ЧАДА ..... 34

## КНИГИ

**О. Сакс**  
БЛИЗНЕЦЫ ..... 43

## ИНФОРМНАУКА

В КОРОЛЕВСТВЕ ПРЯМЫХ ЗЕРКАЛ ..... 47  
СОБАКИ ПРЕДСКАЗЫВАЮТ ЭПИЛЕПТИЧЕСКИЙ ПРИПАДОК ..... 47

## ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

**А.А. Вашман**  
МЕТАЛЛУРГИ И НЕХОРОШИЕ ОТХОДЫ ..... 48  
**Л. Хатуль**  
МЕТАЛЛ: ТЕЧЕТ, ЗАСТЫВАЕТ, УКРАШАЕТ ЖИЗНЬ ..... 52

## ПОРТРЕТЫ

**Б. Горзев**  
ПРИКОЛ-ЗВЕЗДА КОЛЧАКА ..... 60

## ИНФОРМНАУКА

ЛАЗЕРНАЯ ДИАГНОСТИКА ДЛЯ ХРОНИКОВ ..... 65  
«БЕРЕМЕННЫЕ МУЖЬЯ», ИЛИ СИНДРОМ КУВАД ..... 65  
«МУЖСКАЯ» И «ЖЕНСКАЯ» МОРАЛЬ ..... 66  
ЧТО ОПАСНО? ..... 67

## ФАНТАСТИКА

**В. Русанов**  
ЖИЗНЬ ЗА ЦАРЯ ..... 68

## ФОТОФАКТ

**С.М. Комаров**  
НАНОСАД ..... 72

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ ..... 20

РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ ..... 40

ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ ..... 56

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ ..... 70

ПИШУТ, ЧТО... ..... 70

ПЕРЕПИСКА ..... 72

# В номере

## 4

### ИНФОРМНАУКА

Про экспериментальный синтез пептидов и нуклеотидов в условиях, приближенных к космическим, про экологические проблемы нефтедобычи в арктических широтах, про успешную трансплантацию нервных клеток и картины из гранита, выращенные искусственно.

## 22

### ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Люди начали исследовать поглощение газов твердыми телами еще в те времена, когда о водородной энергетике не помышляли даже фантасты. Не из праздного интереса, а чтобы оптимизировать некое устройство, хорошо знакомое каждому...

## 30

### ЗДОРОВЬЕ

Когда в знаменитой аптеке доктора Пеля, что на Васильевском острове в Санкт-Петербурге, затеяли ремонт, из пустот между несущими балками на строителей вылилось несколько литров ртути...

## 52

### ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Если вам нужно сделать вещь сложной формы, то всегда есть выбор: собрать ее из простых деталей или попытаться изготовить целиком. При взгляде на иные вещи кажется, что из одного куса такое можно сделать только в сказке. Однако в литейном производстве сказка становится былью...

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ

### Зарождение жизни, лабораторная модель

*Для решения глобального вопроса о происхождении жизни на Земле и, возможно, на других планетах без модельных экспериментов не обойтись. Ученые в лаборатории пытаются воссоздать условия, в которых происходил первичный абиогенный синтез органических веществ. Такой синтез мог протекать на поверхности планет и малых космических объектов в условиях открытого космоса. Эксперимент провели ученые в Институте цитологии РАН. Они наблюдали синтез пептидов из аминокислот под действием протонного излучения и образование нуклеотидов — кирпичиков РНК и ДНК — под действием ультрафиолетового излучения.*

Смесь аминокислот облучали рассеянным пучком протонов из протонного ускорителя Санкт-Петербургского государственного университета с золотой мишенью-рассеивателем. Для изменения энергии протонов на образцы накладывали фильтры из алюминиевой фольги разной толщины, а величину потока протонов измеряли с помощью полупроводникового детектора. Источником ультрафиолета при облучении смеси нуклеозидов и неорганического фосфата служила криптоновая лампа. Продукты реакции анализировали методом жидкостной хроматографии.

При облучении протонами аминокислоты триптофана происходил синтез дипептида триптофил-триптофана, то есть молекулы триптофана попарно соединялись. Если же ученые облучали смесь тирозина и глицина, то синтезировались дипептиды трех разных видов. Чем больше была доза протонов и чем меньше была их энергия, тем больше получалось дипептида.

Во втором эксперименте ученые исследовали важнейший процесс — фосфорилирование нуклеозидов с образованием нуклеотидов. Именно

в таком виде, присоединив фосфатную группу, они становятся кирпичиками для важнейших молекул жизни — РНК и ДНК. Исследователи помещали пленки аденозина в смеси с неорганическим фосфатом на неорганическую подложку (из минералов — компонентов глины или вулканического пепла). Реакцию стимулировали ультрафиолетовым излучением. В результате синтезировались нуклеотиды, среди которых преобладал 5-аденозинмонофосфат. Наиболее эффективно происходил синтез на подложке из глинистого материала монтмориллонита, который отличается сложной слоистой структурой. Ученые предполагают, что влияние минеральной подложки объясняется, во-первых, ее каталитическими свойствами, во-вторых, защитными, а в-третьих, способностью адсорбировать молекулы на своей поверхности.

Итак, лабораторные эксперименты показали, что абиогенный синтез достаточно сложных соединений вполне мог протекать в условиях открытого космического пространства под действием компонентов космического излучения. Используя в эксперименте минеральные компоненты могут служить моделью поверхности частиц космической пыли, микрометеоритов, комет и астероидов. Очевидно, синтез нуклеотидов и олигопептидов мог происходить уже на начальных этапах формирования Солнечной системы, а к моменту возникновения благоприятных условий на поверхности нашей планеты химическая эволюция уже была готова смениться биологической.

## ЭКОЛОГИЯ

### Шестая волна вымирания

*История жизни на Земле знает пять массовых вымираний видов, произошедших в результате природных катаклизмов. Сейчас биологи все чаще говорят о шестом, во многом спровоцированном человеком. Такого же мнения придерживается и российский специалист по разнообразию морской фауны А.В. Адрианов из Института биологии моря ДВО РАН (inmarbio@mail.primorye.ru). Исследования в этой области поддерживают ДВО РАН, CRDF, Министерство образования и науки РФ, а также Фонд содействия российской науке и РФФИ.*



Систематики описали почти 2 млн. видов, хотя на самом деле их, по разным подсчетам, от 5 до 100 млн. Но 90–99% когда-либо существовавших на планете видов к настоящему времени вымерли. Подавляющее большинство исчезло в результате так называемого нормального, или фонового, вымирания, связанного с ограниченным временем существования биологических видов, которое колеблется от 1 млн. лет у млекопитающих до 11 млн. лет у некоторых морских беспозвоночных. Помимо фонового вымирания фауна претерпела пять массовых вымираний, вследствие чего за ограниченный исторический период исчезло от половины до 95% живших тогда видов. Первое из них случилось 440 млн. лет назад в конце ордовикского периода, в результате похолодания и снижения уровня океана. Второе произошло в позднем девоне, опять-таки из-за похолодания и отступления моря. Во время третьего вымирания, в конце пермского периода, примерно 250 млн. лет назад, исчезло 95% морских видов и почти 70% наземных. Катастрофу, по-видимому, вызвали активные перестройки земной коры и изменение климата при формировании суперконтинента Пангеи. Четвертое вымирание произошло в позднем триасе, а пятое, самое знаменитое, — 65 млн. лет назад. Ученые склоняются к мнению, что Земля тогда столкнулась с крупным болидом. В результате морские мелководья пострадали от цунами и кислотных дождей, морское дно покрылось огромным количеством органики, а на суше выжили лишь 12% существовавших видов.

В настоящее время, по мнению многих специалистов, наступает шестое, плейстоценовое вымирание, во многом спровоцированное человеком. При нынешней средней скорости вымирания 40 видов в день необходимо лишь 16 тыс. лет, чтобы исчезло 96% современной биоты — ровно столько, сколько исчезло в период катастрофического пермского вымирания. Основная причина надвигающегося бедствия — разрушение местообитаний растений и животных. Ученые подсчитали, что для современных млекопитающих и птиц продолжительность жизни вида сократилась





лась до 10 тыс. лет, то есть она стала в 100–1000 раз короче, чем для ископаемых форм. Если среду обитания будут и дальше разрушать такими же темпами, время жизни этих видов вскоре составит всего 200–400 лет. Для беспозвоночных таких расчетов нет, но и их, несомненно, затрагивает как глобальное изменение окружающей среды и климата, так и исчезновение локальных биотопов.

Смерть царит на суше и на море. Так, ежегодно исчезает около 1% тропических дождевых лесов. При этом ежедневно вымирает до 70 видов растений и животных, что составляет примерно 3 вида в час. В настоящее время погибает десятая часть коралловых рифов — зон наибольшего биологического разнообразия на мелководье; еще около 30% будут разрушены в ближайшие десятилетия. Кораллы умирают в основном из-за глобальных изменения среды и климата, перелова рифовых рыб, загрязнения и потепления воды, ураганов, гибели симбиотических организмов. Все события, происходящие на мелководье, отзываются и в морских глубинах. Пожалуй, лишь «автономные» сообщества глубоководных газогидротерм пока не затронуты антропогенным влиянием и, очевидно, смогут избежать последствий глобальных изменений условий среды и климата планеты даже в случае ядерной катастрофы.

И все же шестое массовое вымирание наступает. Это будет первое вымирание, происшедшее не по естественным причинам, а в результате активности одного биологического вида, который ежегодно увеличивается в численности на 100 млн. индивидов.

## экология

### Лед, нефть и птицы

*Россия готовится осуществить уникальный проект по освоению шельфового нефтяного месторождения под названием Приразломное в высоких арктических широтах. Впервые в мире нефть будут добывать в районе, покрытом льдами более полугода, и вывозить оттуда на танкерах-ледоколах. В Университете нефти и газа им. И.М.Губкина состоялись общественные слушания по предварительной оценке воздействия на окружающую среду работ, связанных с освоением этого нефтяного месторождения. В слушаниях приняли участие как нефтяники, так и экологическая общественность (science@mmbi.info).*

Приразломное месторождение находится в Баренцевом море, на шельфе Печорской губы в 60 км от поселка Варандей. Его открыли в 1989 году, а проект освое-

ния начали разрабатывать в 2002-м. Добывать там будут 7,5 млн. тонн нефти в год, для чего пробурят 55 скважин, и за рентабельный срок разработки, который составит 20 лет, предполагается получить 74,6 млн. тонн. Теперь подготовка к освоению заканчивается, и настало время экспертизы, в том числе — экологической.

ООО «ФРЭКОМ», которое отвечает за составление комплексной оценки воздействия разработки Приразломного месторождения на окружающую среду, вынесло свое предварительное заключение на суд экологической общественности. Все присутствующие смогли убедиться, что разработчики проекта ЗАО «Севморнефтегаз» серьезно позаботились об экологической безопасности. Особая гордость разработчиков — внедрение «принципа нулевого сброса», который предполагается осуществить впервые в мире. Он означает, что в окружающую среду не должно поступать никаких отходов вообще. Отходы бурения через особые скважины будут закачивать под землю на безопасную глубину, попутный газ используют для привода газотурбинных установок и отопления помещений.

Все меры, направленные на предотвращение аварийных разливов, общественность устраивают. Но, как показывает практика, планы — это одно, а реальность — совсем другое. Поэтому экологов больше всего волновало, что будет делать нефтяная компания, если разлив все-таки произойдет.

Дело в том, что Печорская губа Баренцева моря славится как ценнейшее место обитания морских птиц. Через Печорскую губу проходит важнейший маршрут перелета, по которому птицы, гнездящиеся в российских тундрах от Европейского Севера до Западной Сибири, перемещаются на зимовки в Западную Европу и обратно. Поэтому безопасность птиц во время миграции волнует не только российских орнитологов, но и западную общественность. Предположим, что стая, устроившаяся в море на краткий отдых,

попадет в нефтяное пятно. В Западной Европе существуют специальные подразделения, хорошо обученные и оснащенные, которые бросаются спасать пострадавших пернатых, отмывать их от нефти. А что будем делать мы? Ведь в России пока ничего подобного нет.

Что же предлагают орнитологи? Одна из первоочередных задач — организация в Баренцевом море региональной системы спутникового мониторинга за всеми объектами, потенциально опасными с точки зрения разливов нефтепродуктов, аналогично тому, как это происходит на Западе. Если этого не сделать, то виновники загрязнения могут легко избежать ответственности, что многократно усилит негативные последствия аварии. Необходимо совместно готовиться к отлову и реабилитации загрязненных птиц, а в случае аварийных ситуаций — объединять усилия добывающих, транспортирующих компаний и персонала морских заповедников.

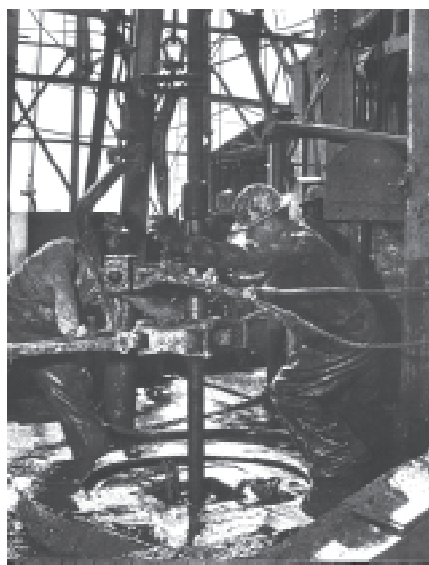
К сожалению, на общественных слушаниях не было представителей других биологических наук. Некому было заступиться за рыбу, китов и тюленей. Но пока ученые еще не поздно внести свои предложения. Они будут включены в дальнейшие предпроектные и проектные разработки и приложены к материалам по согласованию проекта, входящим в комплект документации для государственной экологической экспертизы. Еще в течение месяца материалы ОВОС будут доступны для ознакомления, их можно получить на сайте [www.frecom.ru](http://www.frecom.ru).

## БИОХИМИЯ

### Канцерогены: разделяй и властвуй

*Что происходит в клетках под действием канцерогенов, исследовали сотрудники Института физико-химической биологии и Института канцерогенеза РАН. Они взяли известный яд бенз(а)пирен, который относится к группе полиароматических углеводородов, или ПАУ, и посмотрели, как он действует на культуру раковых клеток человека. Оказалось, что ПАУ разрывают межклеточные контакты. Точнее, это делает не сам бенз(а)пирен, а продукты его распада при взаимодействии с белком клеточной мембраны. Работу ученых поддержал РФФИ.*

Культуру гепатом — раковых клеток человека — выращивали в виде тончайших пленок на поверхности стекол, погруженных в питательную среду. ПАУ разводили в ацетоне, потом этот раствор смешивали с альбумином и добавляли в среду, где





находились стекла с культурами. Затем под микроскопом в одну из клеток каждой экспериментальной культуры вводили краситель люцифер желтый и наблюдали, как он разоидется по соседним клеткам. В зависимости от химического строения углеводов и времени их действия количество соседних клеток, в которые просочился краситель, оказывалось разным. Без добавки канцерогенов краситель распространялся довольно далеко от места внесения: число окрашенных в таком случае клеток экспериментаторы приняли за сто процентов. С добавлением бенз(а)пирена уже через час после его введения количество пожелтевших клеток уменьшалось до десяти процентов от нормы. Если же люцифер вводили через сутки после контакта ткани с ядом, то желтая краска совсем не могла попасть в соседние клетки, настолько сильно оказывались повреждены межклеточные контакты. Другое вещество из группы ПАУ, метилхолантрен, также сильно разобщал клетки: за день он успевал разорвать три четверти соединяющих их каналов. А вот известной своей относительной безвредностью бенз(е)пирен, как и следовало ожидать, за час не нанес ощутимого ущерба, а в пробе, сделанной через сутки, краска распространилась даже лучше, чем в норме. Не повреждал межклеточные контакты и альфа-нафтофлаван.

Щелевые контакты между клетками — это поры, стенки которых состоят из специальных белков; они способны пропускать достаточно крупные молекулы. Клетки разных типов производят различные белки. Возможность прерывать и вновь восстанавливать щелевые контакты очень важна для клеточной регуляции. Ученые показали, что внутри раковой опухоли щелевые контакты хорошо развиты, а вот между опухолевыми и нормальными клеткам их практически нет. Поэтому опухоль оказывается в изоляции.

Вещество-канцероген делает свое черное дело, взаимодействуя с разными молекулами живой клетки. Рак развивается в два этапа. На первой стадии генотоксическое вещество-инициатор повреждает молекулу ДНК, вызывает мутацию. Но чтобы мутировавшая клетка развилась в опухоль, надо не дать соседкам по ткани ее уничтожить или помешать ей размножиться. Вот для этого нужна другая стадия, промоция, задача которой — изолировать мутанта от здоровых клеток. За эту фазу отвечают вещества-промоторы, в данном случае ПАУ, реагирующие с белком-диверсантом в клеточной мембране.

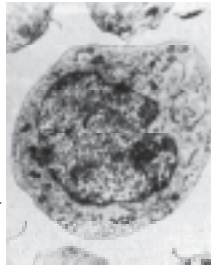


## НЕЙРОФИЗИОЛОГИЯ Трансплантация ума

*Отечественные физиологи полагают, что пересадкой нейральных стволовых клеток, будущих нейронов, можно будет победить болезни Альцгеймера и Паркинсона, а также снимать постстранимационные осложнения, связанные с дегенерацией и гибелью нервных клеток. Совместное исследование на крысах, подвергнутых кислородному голоданию, провели сотрудники Института биологии развития им. Н.К.Кольцова РАН, Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Института биологии гена РАН и Центра акушерства, гинекологии и перинатологии РАМН. Эксперименты на крысах проведены при поддержке РФФИ.*

Кислородное голодание, или гипоксия, — это хорошо изученный медиками фактор, повреждающий мозг. Донором нейральных стволовых клеток для крысы послужил человек, вернее, эмбриональные стволовые клетки, выращенные в культуре в присутствии факторов роста. Крыс поместили в барокамеру, где держали три минуты при пониженном давлении воздуха — 180 мм ртутного столба вместо обычных 760. Треть животных при этом погибла, а у остальных пострадал мозг. Через сутки после экзекуции шести грызунам в мозг ввели суспензию нейральных стволовых клеток человека. Еще шести вместо трансплантации просто ввели такой же объем физиологического раствора, чтобы посмотреть, как будет действовать на крысиние мозги простое присутствие жидкости. Наконец, еще пять животных оставили вообще без хирургического вмешательства.

Три дня спустя ученые приступили к оценке крысиного интеллекта. Как известно, животные, перенесшие гипоксию, хуже обучаются. Сначала за каждой из крыс просто наблюдали: сколько раз она сделает стойку, как долго сидит неподвижно, как умывается и двигается. Этот тест все прошли с одинаковым результатом, неотличимым от нормы. Сложнее было с выработкой условного рефлекса. Крыс обучали на четвертый день после барокамеры, а проверяли усвоенный материал через 9 и 23 дня. Способность к выработке условного рефлекса специалисты оценивали в баллах от 1 до 8. Крысы без отклонений выполнили задание в среднем на 5,3 балла. Подопытные особи с прижившимся трансплантатом в голове сдали экзамен на тройку, а не получившие человеческих клеток заработали примерно по два балла, причем физио-



логический раствор в мозгу даже усугубил действие гипоксии: в этой группе рефлекс почти не закрепился.

Через месяц зверьков усыпили, а из мозга каждого грызуна на микротоме сделали тонкие срезы, чтобы исследовать, какие повреждения нанесло нервной ткани кислородное голодание и что произошло с пересаженными стволовыми клетками. Оказалось, что гипоксия привела к появлению сморщенных и отечных нейронов, которые уже не могли нормально работать. Посчитав соотношение пораженных и нормальных нейронов в каждой группе животных, исследователи выяснили, что трансплантация помогает вернуть в полноценное состояние примерно половину дегенерировавших нейронов. Пересаженная культура состояла из нескольких видов клеток, которые прижились, активно росли и мигрировали в пораженные области. Ученые обнаружили их в области гиппокампа, таламуса и в коре больших полушарий. Там, где обосновались человеческие нейробласты, пораженных нейронов было заметно меньше. Физиологи уверены, что со временем клеточная терапия нервно-психических болезней и повреждений мозга станет доступна и людям.

## ФИЗИОЛОГИЯ Таблетка от плохого поведения

*Если ребенок на уроках вертится, а на переменах с гиканьем носится по школе, не следует относить его поведение на счет возрастного избытка энергии. Весьма возможно, что такому ребенку необходимо лечение, которое предлагают российские медики из Российского государственного медицинского университета (Москва).*

От 4 до 9,5% детей страдают синдромом дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ). Это не переходящая возрастная особенность, а болезнь, которую надо лечить. Специалисты кафедры нервных болезней педиатрического факультета Российского государственного медицинского университета предлагают использовать для этой цели хорошо известный препарат ноотропил (пирацетам).

Синдром дефицита внимания с гиперактивностью у мальчиков встречается в пять раз чаще, чем у девочек. По-видимому, он возникает в результате раннего повреждения головного мозга. Детям, страдающим СДВГ, свойственны неуместная, не соответствующая ситуации из-



быточная активность, неустойчивое внимание, импульсивное поведение и двигательная неловкость. Такие дети испытывают трудности

во взаимоотношениях с окружающими, им тяжело учиться, они плохо себя ведут. Вызванные этим синдромом нарушения сохраняются у 70% подростков и более чем у половины взрослых людей. В переходном возрасте поведение может стать еще хуже, отроки становятся агрессивными, хулиганят, пьют и принимают наркотики. Поэтому не в меру шустрых малышей следует как можно раньше показывать специалисту, который поставит диагноз и назначит лечение.

Если не помогает психолого-педагогическая коррекция поведения, приходится прибегать к лекарствам. Поскольку речь идет о последствиях мозговой травмы, медики выбирают препараты, стимулирующие высшие психические функции. Одно из них — ноотропил (пирацетам), средство, которое более 20 лет используют для лечения широкого спектра неврологических заболеваний. За рубежом уже пробовали применять пирацетам для коррекции СДВГ, и не без успеха. Отечественные специалисты уточнили влияние разных доз препарата на память, внимание, поведение и моторику.

В экспериментах приняли участие 70 мальчиков и 10 девочек от 6 до 11 лет с диагнозом СДВГ, с нормальными показателями интеллектуального и физического развития, без хронических болезней и черепно-мозговых травм. Оказалось, что ноотропил, принимаемый в большой дозе (70 мг/кг) успокаивает ребенка, улучшает его поведение, моторику и внимание. Побочные эффекты от приема препарата очень редки. Обычно дети капризничают, становятся возбудимыми и плаксивыми, иногда плохо спят. Но ни один из этих случаев не потребовал отмены ноотропила, через несколько дней все неприятные явления прошли сами. Медики рекомендуют принимать ноотропил полтора-два месяца после положительного эффекта, но лучше решать этот вопрос для каждого пациента индивидуально. И ни в коем случае нельзя заниматься самолечением. Гиперактивность и нарушение внимания, помимо СДВГ, характерны и для других состояний, таких, как индивидуальные особенности темперамента, тревожные расстройства, эндокринные заболевания, расстройства развития школьных навыков (дислексия, дисграфия, дискалькулия), некоторые формы тугоухости и эпилепсии, аффективные расстройства, умственная отсталость, шизофрения и многое другое, в чем разобраться может только специалист.

## ТЕХНОЛОГИИ

### Как вырастить портрет

*Сделать гранит лучше природного позволяет технология, разработанная российскими учеными из НПО «Экстрастеп» (pride@aha.ru). Обладая всеми достоинствами природного аналога, новый материал изобавлен от присущих ему недостатков. И еще у новой технологии есть удивительное свойство: с ее помощью можно создавать каменные живописные полотна.*

На выставке «Высокие технологии XXI века», прошедшей недавно в выставочном комплексе на Красной Пресне, у этого стенда было многолюдно. Любопытствующие разглядывали разноцветные облицовочные плиты и картины — пейзажи и портреты, сделанные из непонятного материала, то ли камня, то ли стекла, то ли керамики, исподтишка пробовали их на прочность. Если стекло, то вроде должно быть хрупким, а если камень, то почему не видно стыков между кусочками разных цветов. На облицовочную плитку тоже не похоже: такое впечатление, что материал сплошной, как настоящий отполированный гранит. Оказалось, так и есть — гранит. Только выплавленный не в недрах Земли, а в печи. Вернее, даже в двух — по очереди.

«Природный гранит — это изливающаяся в незапамятные времена из вулканов и застывшая лава. По сути, это смесь минералов — кристаллов кварца, полевых шпатов и слюды. Причем кварца в граните больше всего, около 70%, — рассказал сотрудник НПО «Экстрастеп», представлявший на выставке новый материал. — Ветер, вода, углекислота разрушают граниты, за сотни тысяч лет они выветриваются, и получается песок. Мы же, образно говоря, поворачиваем время вспять: примерно из тех же исходных вновь делаем гранит. Только условия его получения у нас не такие экстремальные, как в недрах Земли, — и температуры ниже, и без высоких давлений мы научились обходиться. А поскольку исходную смесь мы составляем по своему желанию, то нужные нам ингредиенты добавляем, например красители, а вот от вредных извлекаем. Например, от естественной радиоактивности гранитов. Ведь не секрет, что уран и торий, пусть в ничтожных количествах, но есть в природном граните. А в нашем — их нет».

Автор материала и технологии его получения — академик Валентин Юрьевич Резник. В основе технологии — разра-

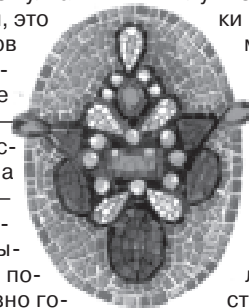
ботки, выполненные в Институте высоких температур РАН при создании термоизоляции космических кораблей. Разумеется, теперь технология приспособлена для выпуска бытовых изделий, поскольку никому не приходит в голову расписывать ракеты несгораемыми узорами. Зато прочностью и долговечностью, проверенные космосом, весьма и весьма пригодятся на Земле. Понятно, что секреты авторы запатентовали и ноу-хау не раскрывают, но в общих чертах рассказать согласились.

Сначала песок, доломитовую муку, полевой шпат и другие компоненты расплавляют в обычных стекловаренных печах и из расплава делают небольшие гранулы-заготовки. Это полуфабрикат. Затем эти гранулы смешивают с дополнительными ингредиентами, добавляют катализаторы и кристаллизаторы, и еще песка, чтобы масса получилась не аморфная, как стекло, а кристаллическая, как настоящий гранит, а также катализаторы для ускорения процесса.

Всю эту смесь еще раз расплавляют на плоской подложке. Если хотят, чтобы получилась картинка, — используют сырье разных цветов и нагревают еще раз. И на первом, и особенно на втором этапе очень важен температурно-временной режим, потому что надо сделать так, чтобы из остывающей массы выросли кристаллы, как в природе. И что особенно хорошо, такая технология позволяет обойтись и без сверхвысоких температур, и без повышенного давления.

В результате получается материал, очень похожий на природный гранит, но только лучше. Во-первых, он более термически и химически стоек. А во-вторых, можно регулировать его пористость: снаружи сделать плотнее, а внутри — менее плотным и более шершавым. Поэтому с внешней стороны его не надо полировать — он и так очень гладкий. А шероховатая крупнопористая «изнанка» прочно соединяется с бетонной подложкой цементно-песчаным раствором.

Наконец, у такого «супергранита» есть уникальное свойство: коэффициент его температурного расширения практически такой же, как у бетона. Поэтому при перепаде температур облицовка из него не будет ни трескаться, ни обваливаться. Стены, отделанные плитками этого материала, держат эти плитки значительно дольше, чем сделанные из природного гранита. И картина на стене останется на века, пока ветер и углекислота вновь не превратят ее в песок. Но случится это еще очень не скоро. Ведь времени, чтобы разрушить гранит рукотворный, природе понадобится больше, чем на разрушение естественного. Никакая стена столько не простоит. А может, и солнце к тому времени погаснет.





Кандидат  
физико-математических наук  
**А.И.Тартаковский**

# КТ

## ПОЛУПРОВОДНИКИ С НУЛЬМЕРНЫМ ХАРАКТЕРОМ

*Полупроводниковые квантовые точки знамениты тем, что ограничивают движение носителей заряда во всех трех направлениях на масштабе в несколько нанометров (nanos в переводе с греческого — карлик), когда решающую роль в поведении вещества играют квантовые эффекты. Это дает возможность беспрецедентного контроля над свойствами носителей зарядов. А именно такой контроль всегда был и остается главной задачей оптоэлектроники — науки о методах получения материалов и приборов, которые излучают свет. Спустившись в масштаб нанометров, исследователи и технологи вынуждены использовать новые подходы к созданию оптоэлектронных систем, один из которых — контролируемая самоорганизация нанообъектов. Об этом подходе, на примере квантовых точек из InGaAs, и пойдет рассказ.*

Художник Н.Крацин



### КТ: искусственные атомы

При описании полупроводников обычно вводят понятие о носителях зарядов как положительного, так и отрицательного знака: дырках и электронах соответственно. Разные у них не только заряды, но и другие свойства, например, эффективная масса электрона

в полупроводнике может заметно отличаться от массы того же электрона в вакууме. Информация о носителях обоих знаков очень важна, к примеру, для определения оптических характеристик полупроводника, потому что фотон в нем рождается при аннигиляции электрона и дырки: их-то свойства и определяют длину волны излучаемого света.

В большом трехмерном кристалле электрон, помещенный в зону проводимости, обладает большой свободой передвижения, и его энергия может непрерывно изменяться в широком диапазоне. Квантовая механика предсказывает, однако, что в системах с размерностью ниже трех ситуация должна быть совершенно иной. На-



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

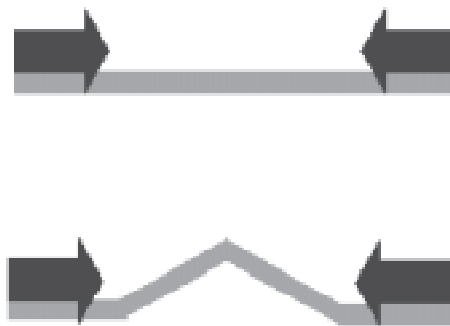
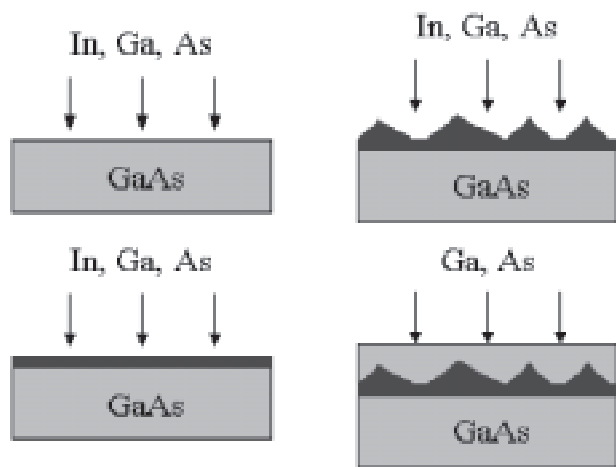
пример, когда носитель заряда появляется внутри квантовой точки за счет прямого поглощения света либо оказывается там, будучи захваченным из окружающей полупроводниковой матрицы, его движение будет ограничено во всех трех направлениях. Про такую систему говорят, что она представляет собой «квазинанометровый»

объект. («Квази» потому, что размер квантовой точки хоть и измеряется нанометрами, но все же конечен, и свойства захваченных частиц могут зависеть, например, от ее формы или от пространственного распределения веществ внутри нее.) Уже сам по себе захват носителей заряда в энергетическую ловушку нанометрового раз-

мера (или, как говорят, локализация частицы) напоминает связь электрона с ядром атома.

Поскольку в квазинанометровой системе во всех трех направлениях перед частицей стоят высокие энергетические барьеры, возникают обособленные (дискретные) энергетические состояния, разделенные энергетичес-

Сначала на арсенид-галлиевой подложке формируется смачивающий слой из арсенида галлия-индия. Потом на нем образуются квантовые точки, а затем их покрывают еще одним слоем материала подложки и процесс повторяют. В зависимости от предназначения выращивают от 1 до 50–100 слоев квантовых точек



Суть образования островков методом Странски—Крастанова можно понять, проделав простой эксперимент. Возьмем лист бумаги и, положив ладони на его противоположные края, начнем аккуратно сдвигать их навстречу друг другу. При сближении на миллиметр изменения формы не заметны, хотя некое напряжение в волокнах бумаги уже создано. А при дальнейшем движении оно станет столь большим, что лист выгнется вверх, чтобы высвободить накопившуюся энергию

кими щелями. Такое свойство нульмерных систем делает их еще более схожими с атомами. Энергия электронов, населяющих оболочки атомов, также дискретна, и, чтобы перейти на другой, возбужденный, уровень, электрон должен получить квант энергии строго определенной величины. С другой стороны, переход электрона с возбужденного уровня на основной высвобождает квант энергии. Подобные квантованные переходы между энергетическими состояниями и дают дискретный спектр излучения атомов.

Точно так же, как по мере следования вдоль таблицы Д.И. Менделеева заполняются энергетические оболочки атомов, можно заполнять и обособленные уровни квантовых точек. Только здесь исследователь полностью контролирует число электронов и дырок, то есть может создавать искусственные аналоги атомов водорода, гелия и других элементов (с одной локализованной электрон-дырочной парой, двумя и так далее), а также их положительно и отрицательно заряженные ионы.

В отличие от атомной физики, физика квантовых точек дает инструмент, с помощью которого исследователь управляет свойствами квантовых объектов. КТ из разнообразных материалов получают многими способами; их размеры и форму можно менять в широких пределах, что позволяет значительно варьировать энергетический спектр и другие параметры этих систем. В результате на КТ удастся подробно изучать квантовые эффекты, ранее обнаруженные в

атомной физике. Ученый не может, например, следить за одним и тем же атомом водорода: его никак не запереть в ловушке, а с одной и той же квантовой точкой работают годами. С другой стороны, поиски практического применения квантовой системы становятся намного легче: немыслимо присоединить электрические провода к индивидуальному атому, но возбуждать в индивидуальной квантовой точке именно те электронные состояния, какие хочется, вполне возможно с помощью электрических сигналов.

Локализовать нужное число носителей заряда в точке удается, например, увеличивая интенсивность лазерного излучения, которым возбуждают образец с КТ: чем больше электрон-дырочных пар в окружающей матрице, тем выше вероятность захвата большего числа носителей заряда в саму точку. При этом, оказывается, можно с большой точностью определить, сколько именно электронов и дырок оказалось в точке. Захват фото- или электровозбужденных носителей в точку из окружающей матрицы происходит за счет большой разницы в энергии. Правильный подбор материалов приводит к тому, что состояния носителей заряда в квантовых точках (сделанных, например, из InAs) находятся намного ниже по энергии, чем состояния в остальной части кристалла (например, GaAs). Поэтому, повинувшись больцмановской функции распределения (экспоненциально убывающей с возрастанием энергии), квантовые точки очень эф-

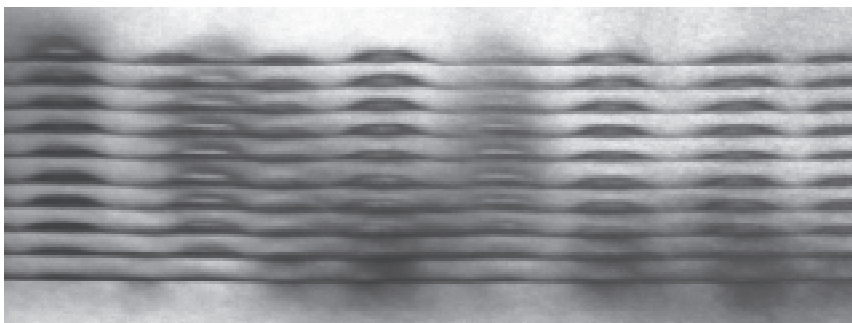
фективно «всасывают» носителей заряда из кристалла. Особенно хорошо это происходит, если температура низка.

## КТ: выращенные на свободе и в матрице

Квантовые точки можно выращивать как часть большого полупроводникового кристалла или же синтезировать в виде отдельных наночастиц. Наиболее яркие представители этих двух классов — InGaAs (индий-галлий-арсенидовые) и CdSe (кадмий-селеновые) точки. InGaAs-точки принадлежат к условному подклассу больших квантовых точек: они состоят примерно из миллиона атомов In, Ga и As, а их размер достигает 50 нм. Напротив, размер CdSe-точек варьирует в пределах нескольких нанометров, а при размере в шесть нанометров они уже почти теряют свой нульмерный характер: их электронные свойства становятся почти как у объемных кристаллов CdSe.

Химический синтез CdSe-точек применяют весьма широко: он хорошо изучен, относительно дешев и легко поддается контролю. За один раз можно получить громадное количество точек, с массовым эквивалентом, измеряемым целыми граммами, и при этом разброс их размеров не превысит пяти процентов. Такая похожесть точек приводит к очень схожей энергетической структуре электронов и дырок во всем их огромном ансамбле. В результате свет, излученный из этого квантового материала, который





100 nm



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

*Десятислойная структура InGaAs-точек; вид в плоскости, перпендикулярной направлению роста кристалла. Темные трапецевидные уплотнения на рисунке соответствуют горизонтальным линиям — смачивающим слоям, светло-серый цвет — матрице GaAs.  
Фото М.Гутьерес, университет Шеффилда (Великобритания)*

выглядит как раствор или взвесь частиц, получается с узким спектром. Однако CdSe и подобные им «свободные» квантовые структуры совсем не просто интегрировать в оптоэлектронные схемы: для этого их нужно как-то растворить в матрице, откуда носители зарядов обоих знаков смогут легко попадать внутрь точек. В противном случае крайне сложно управлять параметрами свечения этих структур (например, яркостью) с помощью электрических сигналов.

Ситуация с InAs или InGaAs-точками противоположна ситуации с CdSe. Хотя эти наноструктуры выращивают во многих лабораториях, сказать, что все свойства применяемого при этом способа до конца поняты, будет преувеличением. Тем не менее практи-

ческое применение InGaAs-наноструктур, которые выращивают внутри GaAs-матрицы, значительно облегчено использованием очень развитых технологий работы с арсенидом галлия. Наиболее яркий тому пример — полупроводниковые GaAs-лазеры, содержащие квантовые точки: они уже продемонстрировали достаточно устойчивое поведение при нагреве до 100°C — температуры, которая необходима для их практического применения в телекоммуникационном оборудовании.

### Творцы КТ

Прежде чем обсудить в некоторых деталях современный способ создания квантовых точек — немного истории. Одними из первых на важную роль квантовых точек для улучшения работы полупроводниковых лазеров указали японские исследователи Я.Аракава и Х.Сакаки в самом начале 80-х годов. В частности, им принадлежит идея о том, что дискретность энергетических уровней в КТ приведет к более эффективному преобразованию электрического тока в излучение в полупроводниковых лазерах, а также ослабит паразитное влияние повышенной температуры. Первые попытки создания полупроводниковых

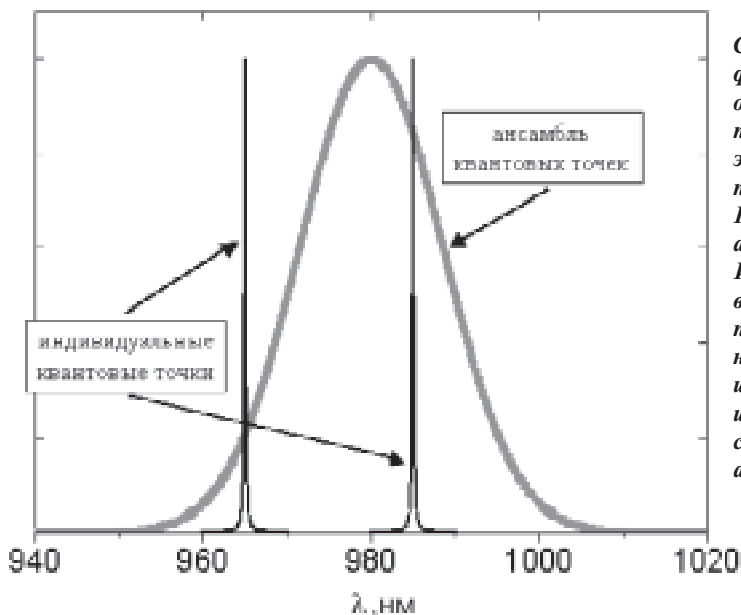
квазиуменьшенных объектов на основе GaAs ученые из «Тэксас инструментс» во главе М.А.Ридом предприняли в 1986 году: используя литографию, они получили точки размером 250 нм. Примерно в то же время в «Белл лабораториз» достигли 30–45 нм. Однако литографические методы оказались недостаточно эффективными и надежными, поскольку с их помощью могли быть получены только ансамбли КТ низкой плотности, которые к тому же обладали большой неоднородностью в размерах.

Проблема была во многом разрешена использованием так называемого метода самоорганизации КТ, основанного на идее, которую высказали еще в 30-х годах Странски и Крастанов. Они показали, что при некоторых условиях во время осаждения вещества на гладкую поверхность могут образовываться островки. Как выяснилось в середине 90-х годов, подобным методом удастся создавать, например, InGaAs-точки на GaAs, Ge на Si, InP на InGaP. К концу XX века он получил широкое распространение.

Одними из первых успеха в росте таких гетероструктур добились ученые Физико-технического института им. А.Ф.Иоффе РАН (Санкт-Петербург). Уже в первой половине 90-х группа академика Ж.И.Алферова в сотрудничестве с группой профессора Д.Бимберга из Берлина продемонстрировала эффективную работу лазера на InGaAs/GaAs КТ. Дальнейшая работа привела к множеству других достижений в выращивании КТ, что сделало питерских ученых лидерами в технологии создания систем, основанных на самоорганизующихся КТ.

### КТ: самоорганизация

Сейчас в большинстве лабораторий InGaAs-точки выращивают методом молекулярно-лучевой эпитаксии. Для этого в полость с высоким вакуумом впрыскивают атомы требуемого вещества. Они осаждаются на высококачественную отполированную подложку — остов будущей структуры — и формируют там последовательные



*Спектры излучения фотонов, образовавшихся при аннигиляции электрон-дырочных пар индивидуальных КТ и большого ансамбля КТ. Интенсивности выбраны произвольно: на самом деле индивидуальные КТ излучают намного слабее, чем целый ансамбль*



атомарные слои. Подложка обычно представляет собой диск от 5 до 20 см в диаметре и несколько сотен микрон толщиной. Для выращивания InGaAs-точек чаще всего используют подложки из GaAs.

Атомы в кристалле GaAs упакованы немного плотнее, чем в InAs или InGaAs. Поэтому если GaAs-остов будущей квантовой структуры покрыть тонким слоем InGaAs, то он будет слегка напряжен (сдавлен в плоскости): атомы In, Ga и As будут вынуждены разместиться на позициях, которые подготовили нижележащие слои GaAs. Напряжение в осаждаемом слое InGaAs будет возрастать по мере увеличения его толщины. Когда ее величина превысит критическое значение, InGaAs перестанет формировать гладкий слой (его еще называют «смачивающий слой»), и возникнут островки; в них атомы получают возможность расположиться на большем расстоянии друг от друга, и напряжения частично снимутся. Эти островки и превратятся в квантовые точки после нанесения достаточного количества вещества. Такие созревшие квантовые точки опять покрывают слоем GaAs.

Данный подход к «самоорганизации» в выращивании наноструктур обычно и называют методом Странски—Крастанова. Меняя условия роста, например температуру подложки, а также количество и последовательность нанесенного InGaAs на GaAs, удается сильно варьировать плотность квантовых точек: от  $10^9$  до  $10^{11}$  штук на квадратном сантиметре.

Свойства выращенных кристаллов исследуют прежде всего методами структурного анализа. Один из них — просвечивающая электронная микроскопия, которая позволяет непосредственно увидеть квантовые точки. Удивительное свойство этих наноструктур — выравнивание точек в последующих слоях относительно точек в уже выращенной части кристалла. Такие стопки из точек представляют собой еще один пример самоорганизации нанобъектов. И снова в этом повинны упругие напряжения: имен-

но над КТ из нижнего слоя возникают искажения в верхнем слое, которые благоприятны для зарождения квантовой точки.

Несмотря на общую схожесть, квантовые точки все же отличаются по форме и размеру. Для дальнейшего анализа этих различий понадобятся спектроскопические методы. Ход рассуждений здесь примерно таков: если мы возьмем индивидуальную квантовую точку и поместим в нее пару «электрон-дырка», то спустя одну наносекунду (в среднем) из точки вылетит результат их аннигиляции — фотон с определенной длиной волны. Спектр излучения от одной точки представляет собой очень узкую линию. Если же проделать этот эксперимент с другой точкой, то, скорее всего, длина волны фотона будет иной: сказываются различия в размерах, форме и составе точек. Миллионы квантовых точек дадут непрерывный спектр в большом диапазоне длин волн. Получится линия излучения, которую описывают в терминах неоднородного спектрального уширения, подчеркивая тот факт, что на самом деле она состоит из статистически распределенных вокруг центральной длины волны более узких отдельных пиков. Эта спектральная ширина линии и может служить мерой схожести точек.

### КТ: светлое будущее

Область возможного применения квантовых точек очень широка, и это поддерживает огромный и не убывающий уже на протяжении более десяти лет интерес к ним. В зависимости от того, что нужно получить исследователю: высокую мощность излучения или точную, а равно уникальную частоту излучения, выбирают либо ансамбль точек, либо индивидуальную точку.

Особый интерес, который обеспечивает капиталовложения в исследования квантовых точек, представляют телекоммуникации. Дело в том, что уже четверть века связь во многом основана на передаче сигналов по

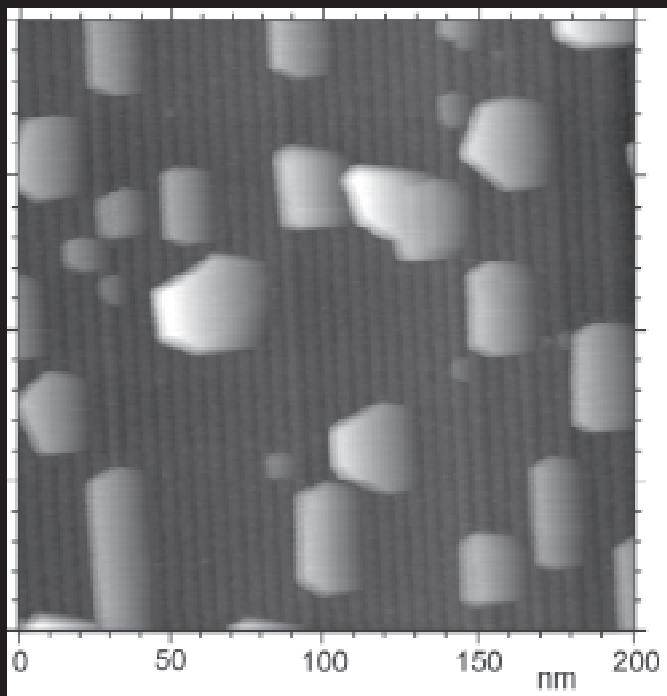
оптоволокну. Последнее имеет несколько окон прозрачности — диапазонов длин волн света, где потери от поглощения внутри оптоволокну минимальны. Наиболее широко используют окна на длинах волн ближнего инфракрасного света: 1,55 и 1,31 микрона, а относительно дешевая технология изготовления лазеров из стандартных GaAs-структур не покрывает такого большого диапазона излучения. Применение КТ в рамках все той же GaAs-технологии позволит достичь желанных длин волн. Правда, пока что КТ в производстве оборудования для связи не используют, есть только исследовательские установки.

Имеются очень интересные идеи: воспользоваться КТ для оптоэлектронной памяти нового типа или в спинтронике. Например, можно осветить квантовые точки, а потом резко приложить напряжение: электроны протуннелируют под окружающими точку барьерами, дырки же останутся. Если через некоторое время изменить напряжение, электроны вернуться и произойдет излучение из тех точек, где остались дырки. Таким образом, например, сохраняется память даже об изначальной длине волны света! Что касается спина, то по принципу Паули в основном состоянии точки может быть только один электрон с определенным спином, и с ним, в отличие от спина аналогичного электрона отдельного атома, можно работать.

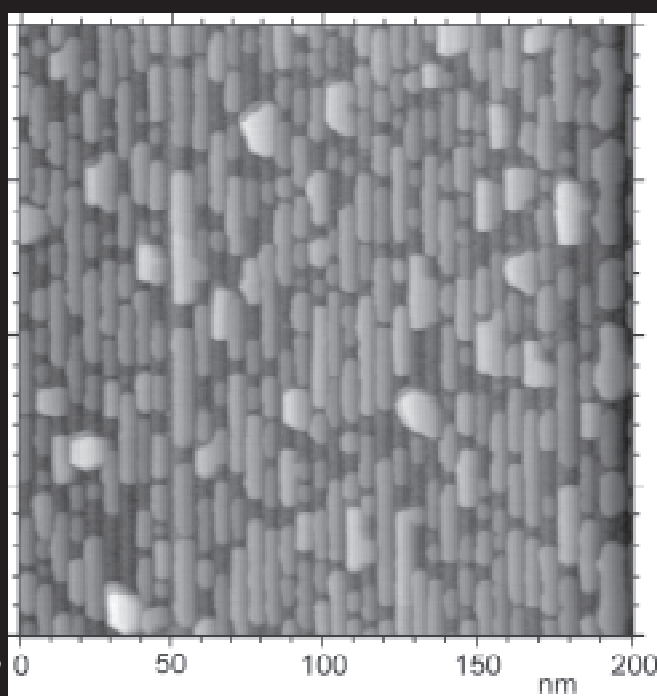
Индивидуальные точки интересны для работы в экзотических областях, например они могут выступать в роли источников единичных фотонов в квантовой криптографии или кубитов в квантовых компьютерах (где в перспективе предполагают использовать большие массивы идентичных КТ). А для фундаментальных исследований потенциал КТ поистине неисчерпаем.



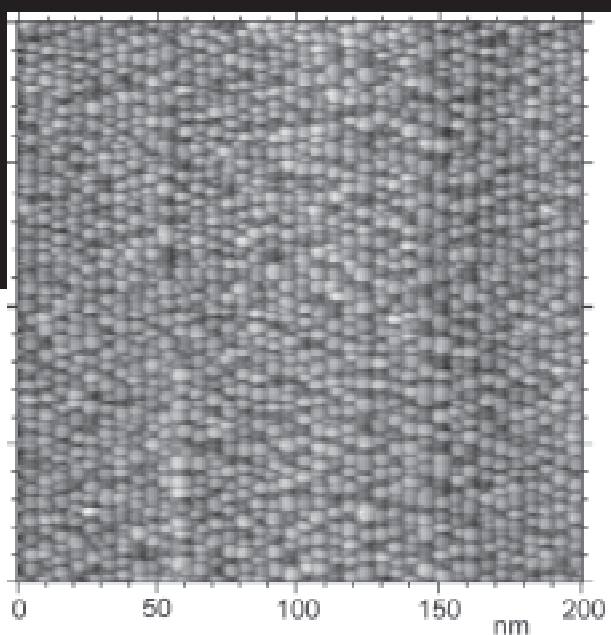




1



2



3

# Порядок серебряных точек

С.Алексеев



ФОТОИНФОРМАЦИЯ

Стремление к излишней чистоте порой приводит к исчезновению порядка — это подтверждает исследование, которое предприняли ученые из новосибирского Института физики полупроводников СО РАН во главе с доктором физико-математических наук Б.З.Ольшанецким (см. «Лисьма в ЖЭТФ», т. 79, № 8, 2004, с. 46). А занимались они выращиванием серебряных квантовых точек на поверхности монокристалла кремния и делали это весьма хитроумным способом: чтобы задать порядок в расположении точек, они разрезали этот монокристалл параллельно специально выбранной кристаллографической плоскости.

Обычно всевозможные структуры вроде электронных микросхем выращивают на пластинке монокристалла, вырезанной перпендикулярно одной из

осей прямоугольной системы координат, например оси X. Тогда поверхность пластинки оказывается параллельна плоскости (100) (это вовсе не число «сто» в скобочках, а собственное имя плоскости. В переводе с кристаллографического оно означает, что плоскость перпендикулярна вектору, у которого первая координата равна единице, а две остальные — нулям). Плоскость, которая разрезает куб по его диагонали, называется на том же языке (111). Как показали предыдущие исследования тех же ученых и их коллег, если монокристалл кремния разрезать вдоль такой плоскости и отжечь при высокой температуре, на поверхности образуются террасы с высотой ступеньки либо в одно межатомное расстояние, либо в три. Если же резать по плоскости, которые отклонены от (111), то с увеличением угла доля низких ступеней падает, а высоких — растет. И к плоскости (557), отклоненной от (111) на  $9^{\circ}27'$ , остаются одни высокие ступени.

Казалось бы, атомы напыляемого вещества, в данном случае серебра, попадая на такую поверхность, волей-неволей будут упорядочиваться подобно

каплям дождя, что скатываются в желобки на шиферной крыше. Ан нет — когда ученые напылили серебро на свежоочищенный образец кремния, оно стало образовывать редко и беспорядочно расположенные островки (фото 1), которые перекрывали по несколько террас. Тогда, можно сказать, случайно возникла идея: что, если напылять серебро на кремний не сразу, а после того, как он полежит в вакуумной камере установки для напыления хоть четверть часа? Эксперимент показал: порядок стал значительно лучше — место островков заняли регулярно расположенные нанопроволочки (фото 2). Более длительная, двухчасовая, выдержка привела к качественно иному результату — наноточкам, четко вытяннутым в ряды вдоль кремниевых террас (фото 3).

«Все дело в кислороде, — утверждают авторы. — Хотя давление в вакуумной камере и очень низкое, этот газ там всегда присутствует. Как показала оже-спектроскопия, он и только он оседает на поверхность кремния и, замыкая оборванные связи, меняет поверхностную энергию. В результате серебро перестает смачивать такие участки — серебряная частица здесь зародиться не может. Чем дольше выдержка, тем больше кислорода осядет, следовательно, тем мельче и регулярнее будут наноточки».

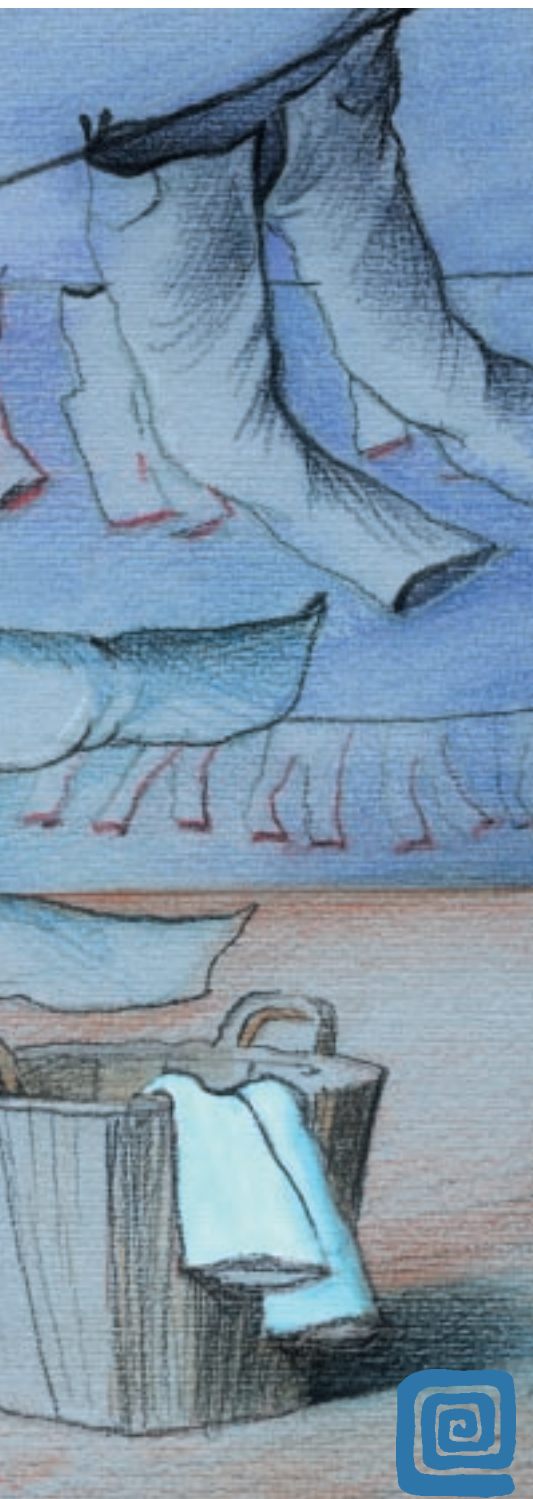


# Структуры hand-made

**Д**азных химических элементов в природе раз в десять меньше, чем разных штанов в приличном магазине. Но из этого, огорчительно малого, количества сортов атомов создано ВСЕ. Причина чудовищного разнообразия природы в том, что атомы можно по-разному располагать. В отличие от штанов, которые можно надевать только на одно место.

Раз мы заговорили о расположении, придется ограничиться твердыми телами — в прочих расположении хотя и не какое попало, но и не вполне фиксированное. Атомы каждого соединения образуют при данных давлении и температуре определенную кристаллическую решетку. Например, некоторые элементы от межзвездного холода до звезд





## ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

дного жара не меняют типа своей решетки, а иные перестраиваются (вот рекордсмены: Fe, Ru, Ce — три, Mn — четыре, Pu — аж пять раз). Параметр решетки входит — явно или неявно — во все свойства вещества, и, если бы научиться его менять, это было бы похлеще волшебной палочки. Разумеется, параметр решетки меняется при изменении температуры и давления, но — и увы, и к счастью, — не сильно. «Увы» потому, что из-за этого температура и давление не такой эффективный инст-

румент, как хотелось бы, а «к счастью» потому, что иначе приемники переставали бы работать при выключении батарей отопления, а молнии на тех же штанах рассыпались бы при изменении атмосферного давления.

Логика первооткрывателя бывает недоступна последователям — не по той ли причине, по какой логика женщины недоступна мужчине? Лео Эсаки в 1970 году предложил сверхрешетку: структуру, в которой вдоль одной оси состав меняется периодически, причем период не намного — скажем, в десять раз — больше, чем период обычной решетки. Так сказать, бутерброд масло-хлеб-масло-хлеб-масло-хлеб, но слоев тысячи, а толщина каждого — десять атомов. Немедленно возникают четыре универсальных материаловедческих вопроса: как сделать, не развалится ли сразу из-за механических напряжений, не расплывется ли потом из-за диффузии и что мы с этого будем иметь, как говорил известный изобретатель О.И. Бендер?

Первая проблема — научиться наносить слои толщиной в несколько атомов и контролировать этот процесс. Сие потребовало создания установок с вакуумом выше, чем у границ Солнечной системы, и решения других, не столь впечатляющих, однако не менее трудных задач.

Вторая проблема — как сделать, чтобы не рассыпалось. Ответ: для этого надо подбирать такие «хлеб» и «масло», которые образуют почти одинаковые решетки, например GaAs и AlAs. Или вообще брать одно вещество, но создавать в нем тонкие слои, содержащие определенную примесь.

С третьей проблемой повезло: такая структура не расплывается. А окажись коэффициент диффузии существенно больше — и не было бы целой области техники полупроводников. Кстати, к вопросу об альтернативной технике, цивилизации, истории и т. п.: выход в свет журнала «Химия и жизнь» связан с температурой Земли — если бы средняя температура была бы на 30° выше или ниже, вряд ли вы бы читали наш журнал. Какой могла бы быть жизнь в таких условиях (если это можно назвать условиями)? Это вопрос — и очень сложный — к биологам, а вот физики и инженеры вполне могли бы ответить на вопрос, какой при иных температурах была бы техника. Так что ура белкам, диапазон существования коих ограничивает возможные значения температуры планеты и допускает — через температурную зависимость диффузии — существование сверхрешеток.

Образец со сверхрешеткой действительно ведет себя как вещество, в ре-

шетке которого межатомное расстояние во много раз больше обычного и равно периоду, с которым чередуются слои. Человек ухитрился создать «вещество с несуществующей решеткой». Количество применений у таких структур оказалось достаточным, чтобы окупить и исследования, и инвестиции. Достаточно сказать, что они позволили радикально улучшить параметры полупроводниковых лазеров.

Но как только мы узнали о том, сколь полезны вещества с периодически меняющимся вдоль одной оси составом, возник вопрос, не пригодится ли благородным домам вещество с составом, периодически изменяющимся вдоль двух осей? Такое «вещество» — это матрица, в которую погружены нити иного, чем у нее состава, причем и толщина нитей, и период их расположения составляют нанометры, то есть они лишь в десятки раз больше постоянной решетки. Собственно, это то, что конструкторы называют «композит». Но в макротехнике композит делается из готовых нитей, жгут которых пропитывается тем, что и станет матрицей. При этом нити — вполне осязаемая вещь, их можно взять в руки, матрица — вон бидон в углу стоит, размешай, заливай и полимеризуй... В новой же ситуации нить имеет толщину в несколько атомов, и в руки ее взять нельзя.

Кстати, одно из изобретений фантастики в жанре киберпанка — монокристаллическая нить, которой можно разрезать человека. Монокристаллическую нитью действительно можно перерезать человека, ибо прочность материала из монокристалла в сотни раз больше, чем у стали, но ее диаметр должен быть все-таки не менее десятков микрон, иначе не хватит прочности нити. Впрочем, писателю, даже киберпанк-фантасту, знать школьную физику не обязательно.

Раз готовых монокристаллических нитей нет и быть не может, то как сделать эту структуру? Придется действовать напылением, как и при изготовлении сверхрешеток, но сначала надо будет научиться напылять узкие полосочки, плоские нити, потом запылять их однородным слоем, потом опять полосочки, опять однородный слой... и так тысячу раз. А вы чего хотели? Народная мудрость гласит: «Скоро только кошки родятся». А нити эти называют «квантовыми нитями» — потому, что электрон, попадая в них, начинает проявлять квантовые свойства, как и всегда, когда вдоль какой-то из осей ему не дают двигаться. В подобном случае ему позволяют двигаться свободно только вдоль нити и сильно огра-



## ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

ничают вдоль перпендикулярных осей. Например, у таких нитей квантуется проводимость — то есть сопротивление может принимать не какие попало значения, а только определенное. Рассказать такое Георгу Ому — не поверил бы.

Естественный следующий шаг — квантовые точки: маленькие включения одних атомов в матрицу других, группы атомов штук этак по сто. Их свойствам в нашем журнале будет посвящена отдельная статья, здесь же имеет смысл назвать две их особенности. Открыты эти свойства были именно при работе с квантовыми точками, а на квантовых нитях и сверхрешетках их не наблюдали — но, может быть, еще обнаружат.

Будем действовать так: возьмем поверхность, создадим на ней группы атомов, потом закроем их слоем основного материала, опять создадим группки, потом опять закроем и так далее. Оказалось, что при этом процессе возможно спонтанное упорядочивание, причем или только по вертикали, или как по вертикали, так и по горизонтали, причем группки атомов, квантовые точки, располагаются не как попало, а на равных расстояниях одна от другой. Не напоминает ли это кристаллическую решетку? Напоминает. Именно поэтому квантовые точки иногда называют искусственными атомами. Свойство «располагаться самим» — общетехническое, универсальное, оно проявляется в самых разных ситуациях, может быть использовано как инструмент. Является оно и общебиологическим свойством — молекулы и клетки тоже это умеют. Но для инженера мысль о том, что какие-то детальки не он на место ставит, а они сами куда надо прыгают, не вполне традиционная — за что этот процесс и заслужил имя собственное: самосборка.

Второе необычное свойство — самораспад с образованием квантовых точек. Представьте себе, что вы на кристаллическую решетку начинаете наносить атомы другого сорта. Они вынуждены достраивать чужую решетку, располагаясь не на своих местах.

В решетке возникают напряжения, и в некоторых случаях слой нанесенных атомов предпочитает собираться в группки, то есть квантовые точки, с собственной решеткой — примерно так, как национальные диаспоры в многонациональном обществе. Нечто подобное металлурги наблюдают уже век, и называют это «выделением второй фазы» — например, аустенита в сталях, феррита в чугунах.

В учебниках физики электричество и магнетизм обычно располагаются рядом. Последуем этой традиции и мы. Если поочередно наносить тонкие-тонкие пленки веществ с разными магнитными свойствами, иначе говоря, создать магнитную сверхрешетку, возникают очередные новые явления, впрочем пока что мало изученные. А до магнитных квантовых нитей и точек руки, кажется, вообще еще не дошли — хотя может оказаться, что область магнитных микроструктур не так богата эффектами, как область электрических микроструктур. Поскольку ферромагнетизм — свойство коллективное, и для его возникновения нужно много атомов (частицы железа размером в десятки нанометров неферромагнитны). Но кроме электричества и магнетизма по отдельности, между ними существует связь — электромагнитное поле. Ток вызывает возникновение магнитного поля, изменение магнитного поля вызывает электрическое поле, а в проводниках, стало быть, — ток. Магнитное поле, созданное током, зависит и от его величины, и от его «расположения», то есть от формы проводника. Поэтому, размещая в массе диэлектрика проводящие включения и изменяя их форму, можно получать среды с необычными «магнитными свойствами».

Два года назад в Университете Сан-Диего был создан макроскопический прототип такого материала. Расположив определенным образом в стеклопластиковой матрице медные (то есть хорошо проводящие, но не ферромагнитные) диски и колечки, исследователи получили материал с необычными свойствами. При распространении в такой среде электромагнитной волны она вела себя так, будто у среды были отрицательными и диэлектрическая, и магнитная проницаемость (а не только диэлектрическая, как это бывает у плазмы). Теоретическое поведение волн в средах с такими свойствами исследовал почти полвека назад В.Г.Веселаго (МФТИ), хотя создать эту среду тогда предлагалось другими методами.

Размеры дисков и колечек в первых экспериментах составляли около 1 см. Современная техника может делать и

микронные детали, но возникает вопрос: как обеспечить правильное их расположение? Один из путей — его можно назвать классическим — состоит в том, чтобы использовать свойства самих деталек. Например, пусть диски и проволочки тонут в вязкой среде. При этом они будут сами ориентироваться каким-то определенным образом. А при полимеризации среды в этом положении и замрут. По такому пути пошел бы классический конструктор или специалист по ТРИЗу.

Создатели материала пошли по второму пути (раз мы пишем «по второму», а не «по другому», мы намекаем вам, читатель, что есть третий, по которому не пошел никто). Этот второй путь, очень естественный для Кремниевой долины, таков: на поверхности кремниевой пластины располагаются 50-микронные медные квадратики. Они являются резонаторами для волны определенной частоты, и геометрия их подобрана так, что (по крайней мере, в некотором диапазоне частот) материал проявляет те самые необычные свойства, о которых речь шла выше. От «материала» в обычном понимании этот объект отличается двумя особенностями. Во-первых, это плоскость, а не объемная вещь. Во-вторых, если «квадратики» работают как резонаторы, то необычные свойства материала будут проявляться в узком диапазоне частот, причем будет иметь место озорчивая связь — чем ярче, сильнее будут свойства, тем уже будет диапазон.

Но можно (чисто теоретически, конечно) предположить, что существует третий путь. Нельзя ли вырастить из нанотрубок надлежащую структуру? Тем более что «нанопену» из нанотрубок в Австралийском национальном университете в Канберре уже сделали. И даже не обязательно делать их из любимого всеми углерода. Важно, чтобы они проводили ток.

А химик бы немедленно предложил четвертый путь. Ротаксаны! Тут и кольца, и проволочки в одном флаконе. Правда, они расположены не как нам хочется, а по-своему. Зато элементов, как указано в начале статьи, хоть и меньше, чем штанов, но все-таки довольно много. А уж молекул... Не сварят ли химики надлежащую молекулу, которая сама была бы «правильным» резонатором?

**Л.Ашкинази**







# Как укротить скользящий полимер

Г.В.Афанасьева

ТЕХНОЛОГИИ

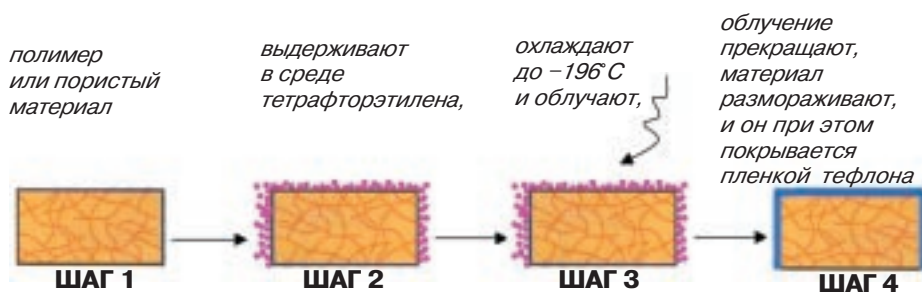
*Без тефлона наша жизнь на кухне была бы существенно грустнее.*

*Пришел он к нам из оборонной промышленности и очень быстро вытеснил с конфорок бабушкины чугунные сковородки. Вот только срок службы даже самых дорогих современных сковородок и кастрюлек ограничен: год-два — и на покрытии появляются царапины, оно облезает.*

*Это и понятно: тефлон — инертный и скользящий полимер, так что связать его с поверхностью довольно непросто. Ученые из Института проблем химической физики РАН (Черноголовка) предложили новую технологию прикрепления тонкой тефлоновой пленки к самым различным материалам. После этого изделия, покрытые тефлоном, приобретают уникальные свойства.*

В 1938 году, когда никто и не мечтал о том, что жарить можно без масла, а сердце может работать с искусственными клапанами, Рой Планкетт искал новый хладагент для холодильника. Тогда в этом качестве использовали аммиак, и остается только догадываться, что делали домохозяйки, обнаружив его на кухонном полу после поломки таких холодильников. Рой Планкетт работал с тетрафторэтиленом, и однажды из баллона непонятным образом исчез объект изучения (тетрафторэтилен — бесцветный газ без запаха, с  $T_{\text{кип}} = -76,3^{\circ}\text{C}$ ). После не-





большого размышления он принял довольно рискованное на первый взгляд решение — распилить баллон. Не сделай он этого, не увидел бы на стенках емкости белый скользкий порошок — продукт полимеризации тетрафторэтилена, названный позднее тефлоном. Ученый, конечно, сообщил о своем открытии, но применения оно тогда не нашло. Спустя несколько лет о новом полимере снова вспомнили, когда понадобился материал для атомной бомбы, и тефлон засекретили. (Во время Второй мировой войны для производства первой американской атомной бомбы использовали гексафторид урана, который вызывал сильную коррозию и разрушал оболочку. В качестве защитного покрытия выбрали тефлон.) Только в 1956 году он нашел себе место на сковородках и утюгах. И не только.

Тефлон стали использовать во многих областях жизни благодаря сочета-

нию его уникальных свойств: он работает в широком интервале температур от  $-269$  до  $+300^{\circ}\text{C}$ , по химической стойкости превосходит платину, кварц, графит и все синтетические материалы, а также имеет низкий коэффициент трения, то есть, попросту говоря, очень скользок. Поскольку он совершенно инертен физиологически и обладает антиадгезионными свойствами, его применяют в пищевой промышленности. Если покрыть поверхность изделия тонкой пленкой из тефлона, получаются материалы по принципу «два в одном». Уникальные качества тефлона добавляются к полезным свойствам известных изделий. Задача для технолога сводится к получению пленки тефлона на поверхности. Конечно, хорошо, что к тефлону ничего не липнет, но именно по этой причине он не хочет держаться на поверхностях.

Известно множество способов получения пленки тефлона на поверхности, но все они, к сожалению, не лише-

ны недостатков, обусловленных использованием уже готового полимера в виде порошка или суспензии. При этом требуется сложное оборудование, высокие температуры, используются и выделяются вредные фторорганические вещества. Толщина получаемого покрытия составляет десятки и сотни микрон, оно не всегда получается равномерным и рано или поздно отслаивается. Эти способы оказались совершенно непригодны для модифицирования пористых материалов, которые используют, например, в качестве сорбентов. Группа ученых из Института проблем химической физики РАН (Черноголовка) под руководством кандидата химических наук М.Р.Муйдинова предложила принципиально новый способ покрытия материалов тефлоном. Это методика так называемой прививочной полимеризации, адаптированной для фтормономеров. Покрытие образуется при полимеризации, предварительно сорбированного на поверхности фтормономера. Так удается «пришить» тефлоновую пленку к поверхности химическими связями — надежнее способ найти действительно трудно. Покрытия получаются равномерными, хорошего качества и в десятки тысяч раз тоньше ( $2-10$  нм), чем при применении других методов. Эту пленку можно не бояться поцарапать или повредить острым предметом.

## Невидимка с алмазным сердцем и шкурой носорога

Когда человек болеет, в его организме происходят патологические процессы и изменяется состав крови. Появляются токсины и вредные вещества, мешающие нормальной работе организма. Иногда удаление даже части таких токсинов спасает человеку жизнь. Сейчас для их выведения используют углеродные сорбенты, которые, к сожалению, вместе с вредными веществами удаляют и необходимые соединения. Если покрыть такие сорбенты инертным тефлоном, то они не причинят вреда организму и будут адсорбировать из крови (это называется гемосорбция) и желудочно-кишечного тракта (энтеросорбция) только нехарактерные для здорового организма вещества. Избирательность в

сорбции «плохих» и «хороших» соединений связана со свойствами фторполимерного покрытия: первые на нем сорбируются лучше. Более того, для лучшей селективности в сорбент можно добавить нужные функциональные группы, можно также варьировать размеры пор сорбента.

Биосовместимые и селективные гемосорбенты пытались ранее получить нанесением на поверхность углеродного сорбента слоя тефлона ( $2-5$  мкм) из его суспензии. Толстый слой полимера уменьшает объем пор и сорбционную емкость, а также со временем отрывается от поверхности сорбента (поскольку нет химической связи), что уменьшает его эффективность. Естественно, такие гемосорбенты не применяют в медицине. Некоторые другие полимерные покрытия тоже делают сорбенты биосовме-

стимыми, но они не столь селективны и практичны. Для гемосорбции можно использовать также иммуносорбенты (не обязательно с полимерным покрытием), однако они чрезвычайно дороги.

При новом методе пленка из тефлона получается тонкой (всего  $2-10$  нм), поэтому она не изменяет структуры сорбента, а значит, практически не влияет на его работу. Модифицированные сорбционные материалы можно использовать для выделения, очистки и для анализа.

Гемосорбенты, покрытые тефлоном, уже прошли испытания в НИИ СП им. Н.В.Склифосовского, ГВКГ им. Н.Н.Бурденко, НИИ физико-химической медицины МЗ РФ, Институте ревматологии РАМН. Они зарегистрированы Министерством здравоохранения Российской Федерации и рекомендованы к промышленному производству. Такие гемо-

сорбенты применяют для лечения различных токсикозов, включая гнойно-септические и бактериально-вирусные поражения, ожоговую болезнь, острый и хронический панкреатит, почечную и печеночную недостаточность, а также все виды отравлений.

Сорбенты нужны не только медикам. В сточных водах некоторых промышленных производств содержится много ценных биологически активных веществ. Например, в сточных водах кокономотальных производств есть белки, полипептиды, аминокислоты, липиды, причем их количество может достигать  $200$  мг/л. С помощью сорбентов, покрытых пленкой из тефлона, их можно выделять целыми и невредимыми и либо снова использовать в производстве, либо продавать, а воду, доочищенную озоном или ультрафиолетом, запускать снова в цеха.

Чтобы добиться такого результата, материал сначала выдерживают при 0°C в атмосфере тетрафторэтилена, а потом медленно охлаждают до –196°C и облучают гамма-лучами. После этого облученный при низкой температуре материал размораживают (схема). Облучение провоцирует образование на поверхности материала активных центров, инициирующих при размораживании прививочную полимеризацию тетрафторэтилена:

активные центры  $+ nCF_2=CF_2^{\oplus} (-CF_2-CF_2^-)_n$ .  
В результате макромолекулы полимера оказываются химически связанными с поверхностью исходного материала.

Ученые уже применили этот метод для модификации некоторых материалов, и тефлон успешно исправил их недостатки. Например, обычные углеродные сорбенты, покрытые пленкой из тефлона, могут соприкоснуться с кровью без всякого вреда для человека, морозостойкие силиконовые полимеры выдерживают разрушающее действие ракетного топлива и других агрессивных сред, а катализаторы работают дольше. При этом надо отметить, что все достоинства, которыми обладали эти материалы до «знакомства» с тефлоном, полностью сохраняются.

Отрабатывая эту технологию, исследователи пошли дальше. Когда они проводили эксперименты по получе-

нию тефлона из тетрафторэтилена при облучении, то наблюдали странное явление. В присутствии кислорода реакция заметно ускорялась, хотя известно, что кислород — «тормоз» радикальной полимеризации и реакция должна была если не прекратиться, то хотя бы существенно замедлиться. Оказалось, что при облучении из кислорода образуется озон, который реагирует с тетрафторэтиленом и другими перфторолефинами, в результате чего получают новые инициаторы полимеризации — озониды перфторолефинов. Они невзрывоопасны, надежны при хранении и транспортировке.

Выяснив роль озонидов, исследователи разработали уникальную методику, с помощью которой при комнатной температуре и атмосферном давлении удается равномерно покрыть тефлоном даже внутренние поверхности предметов сложной формы. Толщина пленки составляет всего лишь  $10^{-7}$  —  $10^{-9}$  м. Новая методика не требует сложного оборудования, жестких условий и, главное, больших капиталовложений. Производство можно обустроить везде, где получают тетрафторэтилен или делают тефлон, — нужны только озониды, которые можно синтезировать прямо на месте, с использованием озонатора, или приобрести уже готовые.

Этот способ незаменим, когда не-

С авторами исследования можно связаться по адресу: [rapin@icp.ac.ru](mailto:rapin@icp.ac.ru) (Муйдинов Махмуд Рахматович).



## ТЕХНОЛОГИИ

обходимо нанести тефлоновую пленку на поверхность уже готовых изделий различного размера и сложной конфигурации. Так получают надежные сосуды для хранения донорской крови, плазмы крови и других биологически активных соединений. Подобным методом можно нанести пленку из тефлона на вышеупомянутые угольные сорбенты, не забывая их поры. Новые сорбенты имеют большую емкость и сохраняют свои первоначальные свойства даже после многократной регенерации.

Способ, разработанный нашими учеными, уникален и не имеет мировых аналогов. Еще одно несомненное его достоинство — универсальность. По такой методике можно наносить и другие полимерные покрытия, не только тефлоновые.



С помощью модифицированных сорбентов уже очищают и выделяют некоторые медицинские препараты. Например, в Институте биоорганической химии РАН на подобных сорбентах из клеток костного мозга выделили иммуностимулятор «Миелопид». Препарат получили в одну стадию, с хорошим выходом и воспроизводимостью. Модифицированные сорбенты оказались весьма эффективными также при выделении инсулина (ГОСНИИГЕНЕТИКА), интерферона (ИБХ РАН), гамма-глобулина (ИБХ СО РАН).

К настоящему времени ученые получили более 50 различных сорбентов, модифицированных фторполимерами.

### 99,99% безопасности

На атомных станциях, космических объектах и подводном флоте требования к безопасности самые высокие. Чтобы

водород не образовал с кислородом взрывоопасную гремучую смесь, там используют катализаторы окисления. В результате реакции выделяется вода, которая осаждается на поверхности катализатора и резко ухудшает его работу. Чтобы испарить воду, приходится подогревать поверхность катализатора, а это непросто. Для поддержания нужной температуры за счет тепла реакции в газовой смеси должно быть больше 3% водорода.

Усовершенствованные катализаторы с тефлоновой защитой вообще не надо подогревать, поскольку вода просто скатывается с тефлона. Поэтому катализатор работает даже при содержании водорода 0,05%. Это в 100 раз меньше его опасной концентрации, а значит, с его помощью можно удалить практически весь водород. Модифицировать можно как новые,

так и уже работавшие катализаторы.

### Старая история на новый лад

С помощью своей методики подмосковные ученые также улучшили качество известных полимеров. Силиконовые каучуки применяли бы гораздо шире, если бы они были прочнее и не разрушались от действия горячих кислот и других агрессивных сред. Другие эластомеры имеют свои недостатки — они прочные, но портятся при низких температурах.

Если выдержать эти полимеры в атмосфере тетрафторэтилена, то они впитают часть вещества, а после обработки по новой методике приобретут новые свойства. Это происходит потому, что в объеме эластомерных материалов равномерно распределяются привитые моле-

кулы политетрафторэтилена.

Модифицированные таким образом полимеры выдерживают не только более низкие температуры, но и воздействие агрессивных растворителей и ракетных топлив. Из них можно изготавливать стойкие к износу детали и даже применять их в медицине. Удобство метода состоит еще и в том, что предварительной обработки и очистки полимерам не требуется.

Тефлоновые пленки нанометровой толщины в несколько раз увеличивают прочность хрупких материалов. Ведь на любой поверхности есть мельчайшие трещинки, которые со временем увеличиваются и приводят к разрушению материала. Если обработать поверхность тефлоном, то он «залечивает» трещины размером меньше 2 нм, в результате чего получают материалы, устойчивые в самых различных средах независимо от температуры.

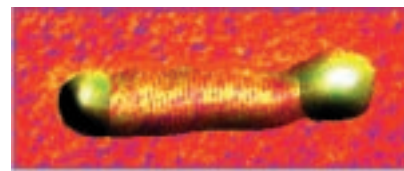
**НАНОЭЛЕМЕНТ  
ДЛЯ ПАЙКИ —  
ГОТОВ!**

*Ученые из Израиля при-  
делали к нанотранзис-  
тору золотые наконеч-  
ники, и теперь его лег-  
ко присоединить к элек-  
трической наноцепи.*

Пресс-секретарь  
Jerry Varach,  
jerryb@savion.huji.ac.il

**В** рассказах о блестящем будущем нанотехнологии главное место занимают сами чудесные наночастицы. Однако способы их соединения, например, в некую работающую электрическую схему служат предметом размышлений для многих ученых мужей и дам. В самом деле, не вручную же собирать миллиарды частиц? Кроме того, нужны хорошие электрические контакты, а как их приделать, чтобы те свойства, ради которых все задумано, не исчезли?

Ученые из Центра наноауки и нанотехнологии при Иерусалимском университете проложили путь к решению обеих задач: они прочными химическими связями присоединили две золотые частицы к концам протяженного нанокристалла. В результате получилось нечто, похожее на гантельку для занятий аэробикой. «Благодаря химическим связям электрический ток легко проходит по этой конструкции, — говорит руководитель исследовательской группы профессор Ури Банин. — Кроме того, пришив к золотым частицам специальные молекулы, мы сможем связывать друг с другом золотые концы разных гантелек. А это уже самосборка. Наш метод позволяет создавать разнообразные формы схем. Например, можно получить тетраподы, золотые частицы которых будут иметь четыре связки — эдакие разветвители сети».



**ФЛОРИДСКАЯ  
КАРТОШКА  
ИЗБАВЛЯЕТСЯ  
ОТ КРАХМАЛА**

*Картофель, который  
ученые из Флориды вы-  
растили на эксперимен-  
тальных делянках, со-  
держит крахмала на  
треть меньше, чем  
обычный.*

Chad Hutchinson,  
cmhutchinson@ifas.ufl.edu



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

«Картошка и вкусна, и полезна — содержит витамины С и В<sub>6</sub>, а ее шкурка — отличный источник пищевых волокон. Поэтому очень жалко, что диетологи исключают этот овощ из диеты с высоким содержанием белков», — считает Чад Хатчинсон, доцент Флоридского университета. Виной всему углеводы, то есть крахмал — некоторые врачи считают, что его поедание вместе с мясом прямо-таки убийственно для человека. Поэтому создание нового сорта, в стограммовых клубнях которого содержится не около девятнадцати, как обычно, а тринадцать граммов углеводов — немалый шаг к здоровому и вкусному питанию. «Ни по вкусу, ни по внешнему виду наш картофель не отличается от того, что лежит на прилавках магазинов. Более того, при его получении не применялась никакая генная инженерия, только традиционная селекция, — рассказывает Чад Хатчинсон. — Поскольку для созревания клубней требуется 65–75 дней вместо обычных 100, фермеры могут собирать несколько урожаев в год».

Для организации бума диетической флоридской картошки местные фермеры создали специальный кооператив. Первый январский урожай, результат сентябрьского посева, отправят потребителям — на северо-восток США и в Канаду. «Выращенная под жарким южным солнцем в сухой почве картошка приобретает очень привлекательный товарный вид: клубни получаются с гладкой яркой кожицей, которая к тому же мало повреждается при транспортировке», — утверждает исследователь.

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

**СВЕЧНОЙ  
БАКТЕРИЦИД**

*Британские электрофи-  
зики предлагают бо-  
роться с инфекциями,  
добавляя целебные  
масла в декоративные  
свечи.*

Пресс-секретарь  
Joyce Lewis,  
j.k.lewis@ecs.soton.ac.uk

**К**огда свеча горит (а зажигать свечи за праздничным столом, да и просто для уюта любят многие), над ее пламенем возникает поток ионов. Оказывается, этот поток может помочь в борьбе с бактериями. Механизм тут такой: молекула целебного масла, например эвкалипта, апельсина или тимьяна, испарившись из парафиновой лужицы и соединившись с ионом, во-первых, может далеко улететь, а, во-вторых, попав на какую-либо поверхность, обеспечивает быструю смерть всем присутствующим там бактериям, в том числе таким неприятным, как золотистый стафилококк. Об этом свидетельствует исследование, которое провели ученые из Саутгемптонского университета совместно с коллегами из Центра исследований биоэлектростатики.

Добавление в свечи различных масел оказывается столь же, если не более эффективным, как и разбрызгивание бактерицидов из аэрозольных баллончиков: в отличие от капелек аэрозолей ионизированный газ целебных молекул гораздо легче проникает и сквозь ткань, и в различные поры на поверхностях. «На самом деле можно обойтись и без свечи, достаточно соединить устройство для испарения масла с источником ионов, например в виде газового разряда, — говорит доктор Линдси Гаунт. — На кухне, где свечи зажигают редко, это сработает отлично. Однако в гостиной полезная свеча будет гораздо более уместна».



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

**КРОВАВАЯ  
ПОДПИСЬ  
ПО-АВСТРАЛИЙСКИ**

*Ученые из Австралии  
предлагают подписы-  
вать особо важные до-  
кументы с помощью  
ДНК (по сообщению  
журнала «Chemistry and  
Industry»).*

Ian Findlay,  
ian.findlay@gribbles.com.au

«Если общественность примет методику, которую мы только что запатентовали, то в установлении подлинности документов, а также в борьбе с мошенничеством и отмыванием денег случится революция», — считает Иан Финдлей из австралийской компании «Грибблс молекуляр сайенс» (тот самый ученый, который в 1997 году прочел ДНК одной-единственной клетки). Суть же предлагаемой им новой методики такова. У автора документа берут либо мазок с внутренней стороны щеки, либо клетки крови и помещают их на специальный пластиковый щиток, который впечатывают в документ. Будучи высушенными или приготвленными иным образом, эти клетки могут сохраняться десятилетиями. А когда нужно установить подлинность подписи на документе, щиток распечатывают, читают ДНК и сравнивают либо с той информацией, которая есть в теле документа, либо с новым анализом крови автора. «Загрязнение образцов нас нисколько не пугает, — говорит Финдлей, — в любом случае нужные для идентификации клетки там будут».

Главное же в том, что подделать ДНК очень сложно: для точной подделки необходим или близнец автора документа, или образец крови последнего; для частичной же подделки нужны образцы крови ближайших родственников. Получить и то и другое значительно сложнее, чем напечатать голографическую метку, нанести на бумагу водяные знаки или найти сговорчивого лжесвидетеля. Хотя в качестве защиты от подделки завещания, в которой как раз и заинтересованы ближние родственники, ДНК-подпись может и не сработать.



**КОЛЛОИД  
КАК СРЕДСТВО  
РЕАБИЛИТАЦИИ**

*Американские ученые предлагают использовать «умную» жидкость при создании прибора для разработки конечностей после травмы.*

Пресс-секретарь  
Genevieve Haas,  
g.haas@neu.edu

После того как человеку сняли гипс с руки или ноги, наступает тяжелейший период в его жизни — реабилитация. Нужно разрабатывать застывшие связки и мышцы, а делать это очень трудно, потому что, во-первых, больно, а во-вторых, сломанная конечность утратила подвижность. В США для этой цели используют вытягивающие машины и гимнастические тренажеры. Однако, как оказывается, можно обойтись и менее громоздким устройством. «Я считаю, что средства реабилитации, сделанные с использованием «умных» жидкостей, — легкие, бесшумные и простые, совершат революцию в деле помощи больным с переломами», — говорит Константин Мавроди из Северо-Восточного университета (США).

«Умные» жидкости — это коллоидные растворы, которые под действием электрического или магнитного поля переходят в твердое состояние, а потом, когда поле исчезнет, возвращаются в жидкое. Поскольку управлять магнитным полем гораздо труднее, чем электрическим, Мавроди выбрал «электрическую» жидкость. Его приспособление для разработки коленного сустава представляет собой систему сосудов, наполненных коллоидным раствором. Изменяя напряжение электрического поля, которое создает небольшая батарейка, удается менять давление на сустав и таким образом потихоньку растягивать связки.



**МИКРОВОЛННОЙ  
ПО СЕРДЦУ**

*Инженеры из Австралии сконструировали прибор, который позволяет лечить аритмию сердечной мышцы с помощью микроволнового излучения.*

Координаты авторов спрашивать у Lizzy Ray, Society of Chemical Industry, press@soci.org

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

Устройство, которое сконструировали инженеры из Технологического университета Сиднея (Австралия) под руководством Ханка Чиу, с помощью микроволнового излучения нагревает отдельные, точно выбранные, участки сердечной мышцы до 55°C. «Эта процедура занимает всего несколько секунд, а в результате возникает повреждение, которое блокирует неверный электрический сигнал», — поясняет Хинк Чиу.

Удаление участка ткани — это обычный способ борьбы с аритмией (частыми нерегулярными ударами сердца). Один из методов — радиоизлучение, когда в сердце вводят иглу и по ней передается высокочастотный сигнал, выжигающий пятно диаметром в пять миллиметров. Однако если нагрев сильный, то кровь может свернуться и образовать тромб. Микроволновое излучение для лечения аритмии тоже применяют, но только в сочетании с хирургическими методами. «Мы надеемся сделать так, что ничего, кроме микроволн, не понадобится и помощь получат любые пациенты, а не только те, которые могут перенести операцию на открытом сердце», — говорит Хинк Чиу.

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

**БАСКИ  
ЗАПРАВЛЯЮТСЯ  
БИОТОПЛИВОМ**

*Инженеры из Страны Басков начали создавать систему, которая поможет превратить отработанное растительное масло в компоненты дизельного топлива.*

Пресс-секретарь  
Uhaina Atxotegi,  
uhaina@elhuyar.com

Уже этим летом грузовики в Стране Басков (Испания) могли заправляться дизельным топливом, которое частично приготовлено из растительного масла. Снабжением этих заправок занимается специально созданная компания «Бионор трансформасьон». По оценкам руководства компании, предполагаемый объем продаж составляет 30 тысяч тонн биотоплива в год.

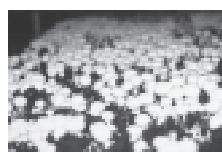
Эту компанию основали Баскский фонд научных исследований и местный департамент энергетики. В проекте также участвует несколько малых компаний. Например, две из них, «Рафинор» и «Экограс», собирают масло, которое в большом количестве остается, например, после приготовления пищи в кафе. Его фильтруют, осушают и отправляют на фабрику «Бионора». Там установлен реактор, который превращает триглицериды растительного масла в смесь метиловых эфиров и глицерина. Далее эти две фракции разделяют, очищают, осушают и смешивают получившиеся эфиры с газойлем. Получается отличное дизельное топливо, в котором продукты переработки масла составляют 15% объема. Правда, поскольку партии сырья различаются по свойствам, технологу приходится постоянно следить за ходом процесса.

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

**УГОЛЬНАЯ ПЫЛЬ  
ДЛЯ ГРИБОВ**

*Британские инженеры придумали, как в искусственной почве заменить торф угольной пылью.*

Ralph Noble,  
ralph.noble@warwick.ac.uk



Британцам, озабоченным проблемой охраны окружающей среды, однажды пришла мысль: пора спасать болота. Из них в огромном количестве (до 250 тысяч кубометров в год) извлекают торф, который идет на выращивание грибов. В то же время немалые пространства столь дефицитной земли заняты отходами угольной и горнорудной промышленности. Один из самых неприятных видов таких отходов — пыль, как угольная, так и минеральная. На производстве ее использовать сложно, а в почву закапывать опасно: может получиться нечто вроде зыбучего песка — из-за малого размера частичек грунт легко теряет устойчивость.

Поскольку и торф, и угольная пыль — в сущности, углеводороды, профессор Ральф Нобль из Уорвикского университета предложил заменить одно другим. Эксперименты показали, что грибы отлично растут на грунте из 70% древесной коры и 30% пыли. Более того, грибоводов не пришлось долго убеждать в необходимости использовать технологию, полезную для окружающей среды. Как оказалось, грибы в таких условиях растут лучше, получаются абсолютно чистыми, и еще их не надо подкармливать мелом. Поэтому созданная профессором компания «Туннель Тех» за несколько лет заняла более 20% британского рынка грунтов для выращивания грибов. А все началось с гранта Департамента окружающей среды, продовольствия и сельского хозяйства в 350 тысяч фунтов стерлингов

В курганах книг,  
похоронивших стих,  
железки строк случайно обнаруживая,  
вы  
с уважением  
ощупывайте их,  
как старое,  
но грозное оружие.  
В.Маяковский

Исследователи второго уровня — то есть науковеды, изучающие не природу, а саму науку, — неоднократно говорили, что нынче дешевле провести исследование заново, нежели отыскать уже полученные когда-то данные. Это и верно, и неверно: все зависит от того, какие данные, в каких условиях, на каких объектах и так далее. Данные, относящиеся к сплаву, созданному в 2000 году, бесполезно разыскивать в РЖ «Металлургия» за 90-е годы. Далее, каждому методу исследования свойственны свои погрешности. Применяя современные данные, мы иногда подсознательно, а иногда и сознательно учитываем особенности метода. Аналогичное действие в отношении архаичного метода невозможно или его труднее произвести. Наконец, проблема прицеливания — старое исследование могло иметь иную, нежели нам хотелось бы, цель, и это отразилось на результатах. Они представлены иначе, их труднее интерпретировать, подробно описано то, что нам неинтересно, а в самом нужном месте — лагуна. И так, старые данные могут не оправдать сил, потраченных на поиски.

С другой стороны, мы знаем, кто, в какой фирме, в каком институте их получил; в некоторых случаях мы знаем, добросовестный это был исследователь или халтурщик. Мы можем выяснить, где, когда и как использовались эти данные — если кто-то использовал их успешно, то он и доказал тем самым их аутентичность. Поэтому, как это обычно бывает в жизни, короткая и элегантная формулировка: «Проще сделать заново, чем искать» красива, но суть дела устроена сложнее.

## Почему не годится газ

При обычных условиях водород — это газ. Работать с ним при температурах вблизи абсолютного нуля прежде всего трудно и дорого, а, кроме того, температурные условия обычно диктуются поставленной задачей. Самая калорийная пища бесполезна для человека, если она существует только при абсолютном нуле. Человек любит кушать где-то от +15°C до +25°C. Ну, если очень надо, от -30°C до +30°C, но на более широ-

# Электронная лампа

кий диапазон соглашается уже с плачем. Значительная часть техники работает с жидкими и твердыми телами. Как горячее они имеют перед газом одно, но принципиальное преимущество — у них в тысячи и десятки тысяч раз выше плотность. Что из этого следует? Литр жидкого горючего заменяет кубометр газообразного, полный бак — полный трейлер. Если бы техника всю свою историю жила на газообразном топливе, мы бы к этому привыкли и возили бы с собой кузова водорода. Но от завоеваний эпохи жидкого горючего отказываться не хочется. Поэтому, когда нефтяные колодцы Саудовской Аравии и России покажут дно, придется создавать не только новый источник энергии, но и эффективный жидкий или твердый энергоноситель.

Всем был бы хорош водород как топливо, но — это газ, и не надо говорить об абсолютном нуле — при такой температуре человеку не нужен автомобиль. Более полувека известно, что водород неплохо диффундирует сквозь некоторые металлы, а кое-какими отменно поглощается. Но для чего люди стали исследовать поглощение и диффузию газов твердыми телами, когда о водородной энергетике не помышляли даже фантасты?

## Чтобы получить вакуум...

Сто с лишним лет назад была создана электронная лампа. Мы не будем рассказывать о ее истории, а напомним только один, но ключевой для дальнейшего факт: внутри электронных ламп — вакуум. Создание и поддержание этого вакуума было проблемой и тогда, и спустя полвека, когда из многих областей применения лампы были вытеснены полупроводниковыми приборами, и сейчас, когда лампы продолжают успешно применяться.

Проблема поддержания вакуума в работающей лампе почти вся замыкается на две — проникновение газа снаружи, из атмосферы, внутрь лампы («натекание») и поглощение проникших газов, их растворение в твердых телах («геттерирование»). Вот почему в первой половине прошлого века так тщательно исследовали то, что потребовалось водородной энергетике. Что же было в результате установлено?

## Проникновение газов сквозь диэлектрики

Если сделать из кварца цилиндр длиной 5 см, диаметром 2 см, со стенками толщиной 1 мм, в конце рабочего дня создать в ней вакуум  $10^{-9}$  мм рт.ст. и оставить на ночь, то утром вакуум в колбе окажется равным  $10^{-6}$  мм рт.ст. из-за натекания сквозь стенки. С лампой ничего не делали, а вакуум ухудшился в 1000 раз. Ситуация эта вполне реальна, хотя кварц в смысле натекания гелия как раз материал плохой — он пропускает гелий лучше иных стекол. Но вот другой пример, уже без кварца. В подводных лабораториях, где азот атмосферы заменен гелием, выходят из строя телевизоры — гелий натекает в кинескопы.

Поскольку корпуса многих электронных ламп (а поначалу — всех) делали из разных стекол, процесс диффузии газов в стеклах исследовался весьма тщательно, и было выяснено следующее:

1) поток проникающего через оболочку газа прямо пропорционален площади оболочки, разности давлений проникающего газа, коэффициенту проницаемости и обратно пропорционален толщине стенки;

2) газы диффундируют в диэлектриках в виде молекул, без диссоциации. Поэтому коэффициент проницаемости больше всего у гелия, в тысячу раз меньше — у водорода, еще на порядок меньше — у неона. Проникновение остальных газов экспериментально обнаружить не удается. Эти данные соответствуют «размерам молекул» — 0,11 мкм у He, 0,27 мкм у H<sub>2</sub>, 0,32 мкм — у Ne, 0,36 мкм и больше — у других газов;

3) на практике из воздуха неона натекает больше, чем водорода, — потому что его давление больше;

4) коэффициент проницаемости стекол пропорционален сумме концентраций в них SiO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Натекание гелия для электронных приборов довольно опасно — он как инертный газ плохо поглощается или вообще не поглощается геттерами, а на работу приборов влияет. Прямого отношения к энергетике это, однако, не имеет. В редакцию «Химии и жизни» приходят всякие письма, но кормить автомобили гелием не предлагал еще





никто. Фантасты, плодящие свои «миры» со скоростью кроликов, до этого тоже пока не додумались.

## Проникновение газов сквозь металлы

С металлами все несколько иначе. Сквозь них газы диффундируют не в виде молекул, а в виде атомов. Поэтому лучше всех проникает в них водород (размер атома 0,037 мкм). Проникновением азота и кислорода (даже из воздуха, где их хватает) можно пренебречь (размер атома 0,055 и 0,06 мкм соответственно). Есть исключение: кислород хорошо проникает через серебро. Разумеется, поток газа также прямо пропорционален площади колбы и обратно пропорционален толщине стенки, а вот зависимость от давления оказалась иной. Для проникновения водорода сквозь металлы поток пропорционален не разности давлений, а разности квадратных корней из давлений.

Теперь самое интересное: через какие металлы проникает водород? Лучше всех — через Pd, на порядок медленнее — через Fe, еще на порядок — через Ni и еще на порядок с небольшим — через Pt. Разумеется, технологий электроники больше интересовало другое: как подобрать металл, через который проникновение меньше. Но и эти данные нашли своего потребителя: из Pd, Fe, Ni стали делать мембраны для очистки  $H_2$ , этикие фильтры. Чтобы получать «технически интересные» потоки, фильтры при работе нагревали, при этом увеличивается коэффициент диффузии.

К этому надо добавить следующее. Коль скоро газ диффундирует поатомно, то одной из стадий процесса является его диссоциация на поверхности, через которую он собирается просочиться. В некоторых ситуациях эта стадия может стать лимитирующей. Тогда, если заменить молекулярный водород на атомарный, скорость проникновения сильно возрастет. Как писал В.Ф.Коваленко, такой эффект был обнаружен технологами при анекдотических обстоятельствах: когда готовые лампы в металлических баллонах для улучшения внешнего вида решили гальванически покрыть каким-то другим

металлом. При гальванопроцессе на оболочке разряжались ионы водорода и полувившиеся атомы «со свистом» летели сквозь металл в объем прибора, создавая там давление порядка 10 мм рт. ст. Естественно, так делать перестали, но...

Колесо истории вращалось, и второй раз эффект сверхпроникновения атомов водорода через металлы обнаружили спустя много лет, причем не электронщики, а физики, занимавшиеся ускорителями и токамаком. Там была обратная ситуация: ионы водорода не лезли снаружи в объем прибора, а возникали в приборе, и их надо было оттуда удалять. И оказалось, что если такой ион попадает на металлическую стенку, сделанную из «правильного» металла, то он удаляется из объема с вероятностью до 0,6. Для ионов водорода металлическая стенка была на 60% дыркой.

Ну и еще два слова об органических веществах. Через полимеры проникают все газы, и существенно лучше, чем через стекла и металлы. Конкретных данных много, и разброс их велик. Наименьшее проникновение у тефлона (сравнимо со стеклом), наибольшее — у натурального каучука (в тысячу раз больше).

## Наконец, поглощение

Проблема, которую решали разработчики электронных ламп, формулировалась просто: обеспечить такой вакуум, чтобы остаточные газы не мешали работать прибору. Но дальше начинались сложности. Во-первых, механизм влияния газов на работу прибора различен. Химически активные газы (например,  $O_2$ ) влияют на работу катода, прочие рассеивают электроны, увеличивают шумы прибора, а их атомы ионизируются, ускоряются полями и разрушают электроды (прежде всего — катод). С другой стороны, важно не только то, в какой мере опасен газ, но и много ли его проникает в прибор и выделяется из деталей. В поисках материалов, поглощающих разные газы, было получено немало данных, и многие из них пригодились позже, когда люди начали строить ускорители. Но нас интересует конкретно водород. Он не так опасен для приборов, как кислород, зато его много выделяется в объем прибо-

ра из металлических деталей, поэтому его поглощение исследовалось.

Из чистых металлов водород хорошо поглощают два — Pd и Ti. При температурах, меньших 500°C, поглощение другими металлами существенно меньше. Важно и то, что поглощение водорода обратимо — при нагреве он из металла выделяется. Заметим, что для вакуумщиков и обратное выделение газа из металла нежелательно — поглотившись, так уж пусть не выходит. Возможность обратного выделения усложняет выбор режима эксплуатации геттера — может оказаться, что он поглощает какой-то газ при той же температуре, при которой выделяет (а не поглощает) другой. Но для энергетических применений эта проблема не важна — мы работаем с одним газом (отдельная проблема — газ с примесями).

Предельная емкость титана при поглощении водорода примерно соответствует четырем атомам H на атом Ti:  $TiH_4$ . Правда, титан при этом делается хрупким, и этот эффект даже используется для изготовления титанового порошка (насыщают — дробят — удаляют водород нагревом). Если титан применяют в качестве аккумулятора водорода, то надо учитывать охрупчивание при насыщении водородом. Оптимальная температура для насыщения титана водородом — 200–400°C, при увеличении температуры поглощенный водород выделяется. На поглощение водорода титаном отрицательно влияют примеси других газов, в частности  $N_2$ , CO и  $CO_2$ , и по этой проблеме в электронике накоплен немалый опыт — там она стояла много острее, нежели в энергетике.

Разумеется, на титане свет клином не сошелся, поиски других поглотителей водорода велись и раньше, продолжают они и сейчас. Например, эффективным поглотителем оказались углеродные наноструктуры — фуллерены, нанотрубки.

Но и в бабушкином сундуке можно найти платя, которые могут пригодиться... Не бойтесь старой научной литературы, она еще никого не укусила.

**Л.Намер**





## ЭТОЛОГИЯ

### Новации в мире ЖИВОТНЫХ

*Повторение, как известно, мать учения. Животные плохо умеют повторять, потому и живут в тех же условиях, что и сотни тысяч лет назад. Ученые из Института систематики и экологии животных СО РАН и Новосибирского государственного университета убеждаются в своем превосходстве над «меньшими братьями» при поддержке РФФИ (rezzhan@fen.nsu.ru).*

Могут ли животные рождать «собственных Платонов»? Крупный российский специалист по поведению животных Ж.И. Резникова обобщила множество данных, накопленных разными учеными, и пришла к выводу, что отдельные животные имеют весьма быстрый разум, с помощью которого могут значительно улучшить свою жизнь. Однако достижения гениев, как правило, умирают вместе с ними. Проблема заключается в том, что животные плохо умеют и учиться, и учить.

Конечно, наблюдая за более опытными представителями своего вида, молодые звери, рыбы, птицы и даже насекомые быстрее узнают, какую пищу нужно есть, чего бояться или как правильно охотиться. Но все эти премудрости они постигли бы и сами, ибо их поведение генетически запрограммировано. Когда же в популяции возникает абсолютно новая форма поведения и длительное время передается из поколения в поколение в виде освоенных навыков, можно говорить об определенной культурной традиции. Например, в Японии живут макаки, которые моют овощи. У черных ворон, обитающих на Камчатке, одни стаи питаются за счет подаяний на кладбищах, а другие зорко следят за лыжниками зимой и за грибниками летом. Существуют кланы серых крыс, специализирующихся на ловле рыбы или лягушек, причем в группировках крыс, живущих на разных берегах пруда, техника охоты на лягушек различна. Черные крысы, заселившие новые посадки хвойных деревьев в Израиле, питаются семенами, которые они «сбивают», обгрызая шишку по спирали. Обучиться этому детеныши могут только у опытной матери.

В роли новатора способно выступить не всякое животное. Для этого, по-видимому, необходима генетическая и физиологическая предрасположенность. Впрочем, данных об этом собрано еще очень мало. (Например, у гуппи к новаторскому поведению более склонны самки, чем самцы, мелкие

особи — более, чем крупные, голодные — больше сытых.)

Внедрить новшество в обиход братьев по разуму чрезвычайно трудно. Представителей разных видов в этом плане роднит одно: они плохо учат и плохо учатся. Даже самые «умные» особи наиболее «интеллектуальных» видов, наблюдая за успешными действиями сородичей, как правило, не копируют их, а действуют в том же направлении, но по-своему. Такая деятельность чаще всего не приносит успеха последователям, и новация умирает вместе со своим изобретателем. Точно копировать поведение демонстратора может только человек и некоторые шимпанзе, воспитанные людьми. А свободно живущие шимпанзе не способны повторить в точности не только действия сородичей, но и свои собственные. Они, например, никогда не держат при себе того орудия труда, которое принесло им успех, и каждый раз изобретают новое.

Но все же, пусть и с трудом, культурные традиции и особенности поведения распространяются и сохраняются в популяциях. К настоящему времени специалисты только накапливают данные о «местных культурах» животных.

## ПСИХОЛОГИЯ

### Над чем смеются дети

*Смех — дело серьезное. Это только со стороны кажется, что дети смеются беспричинно и над чем попало. На самом деле смех связан с полом. И если мальчики смеются над собой, а девочки — над мальчиками, причин для грусти нет. Просто перед нами будущие мужчины и женщины. Исследование, выполненное учеными из Института этнологии и антропологии РАН, поддержано Фондом содействия отечественной науке.*

Белый лист бумаги и цветные карандаши — с помощью этих инструментов сотрудники Института этнологии и антропологии РАН М.Л. Бутовская и В.В. Дорфман установили, что такое смешно и что такое грустно в представлении девочек и мальчиков от 8 до 12 лет. Они попросили школьников нарисовать смешные и грустные сюжеты, взятые из книг и мультфильмов, а из головы. И попросили прокомментировать свои рисунки.

Оказалось, что представления о смешном у школьников и школьниц начальных классов сильно различаются. Самое смешное для мальчишки — это нарушить правила

поведения, установленные скучными взрослыми. Смешнее не бывает, когда «я стою и наблюдаю, как один мальчик бьет подушкой другого по голове» или «один мальчик толкает другого, и тот садится в грязную лужу» или когда просто «дерутся два моих одноклассника». Оказывается, ничего плохого тут нет. Посмеявшись сегодня над товарищами, он в будущем безболезненно воляется в мужскую компанию, в которой принято подтрунивать друг над другом.

Еще смешнее оказывается для мальчиков собственное неадекватное поведение. Они способны с юмором относиться к таким ситуациям, как «я не смог решить задачу», «я шел в школу, споткнулся и упал в грязь». Ничего удивительного! Просто у школьников в младших классах уже проявляется мужская природа юмора. Быть смешным для мужчины — не позорно, а почетно. Именно этим они привлекают к себе внимание женщин.

Если же девочка выглядит смешной — ей совсем не до смеха. Она тоже не прочь посмеяться над нелепой ситуацией, но только если она не касается лично ее. Поэтому они будут покатываться со смеху, если загорится классный журнал. Еще веселее девочкам наблюдать за своим соседом по парте или подтрунивать над одноклассником-двоечником. Так рождаются рисунки-карикатуры, вроде «Коля-козлик». Заливистый смех вызывает у девочек неадекватное поведение животных, например «курящий кот», «кошка испугалась мыши», «слон пришел на прием к врачу».

Причины для грусти у школьников начальных классов тоже разные. Мальчиков огорчает жестокость в окружающем мире, разрушения и катастрофы. Их прежде всего интересует сюжет: «Спецназ убивает террориста, а это заложник».

У девочек все тоньше и неопределенней. Грусть у них может возникнуть под влиянием определенного состояния природы, например непогоды, а также из-за чужих переживаний, будь это покинутый котенок, бездомная собака или оставленный матерью ребенок. Степень сопереживания у девочек так велика, что они часто помещают в рисунках себя в качестве наблюдателя.

Вот так, сквозь смех и слезы, в мальчиках формируются мужские черты, со специфическим юмором и некоторой степенью агрессивности, а в девочках — женская сострадательность и жалость.

**Выпуск подготовили Н. Резник, И. Анисова**



# Шаг за шагом



РАЗМЫШЛЕНИЯ

этап цивилизацией освоен надежно и полно, но дальше начинается футурология.

Создание письменной культуры увеличивает количество доступной человеку информации так, что он не может ее освоить и со временем ситуация усугубляется. Поэтому следующим этапом должно стать одно из двух — или радикальное расширение возможностей человека (чип в мозгу и т. п., «Химия и жизнь» об этом писала), или создание интеллектуальных способов обработки информации. Человечество пока идет по второму пути, и довольно успешно. Программы для интеллектуального поиска информации в интернете совершенствуются — для того, кто хотя бы несколько лет активно пользуется Сетью, это очевидно. Видимо, подобные программы человек и назовет «искусственным интеллектом» в тот момент, когда прекратит обсуждать, возможно ли его создание, и осознает, что он уже существует. А пока что человечество находится в середине этого четвертого этапа (фотоальбом — язык — письмо — интеллектуальная обработка). Каким будет следующий этап?

Догадаться нетрудно, тем более что у Лема эта идея имеется, хотя и в иной форме. Добыча информации из природы без участия человека. Заметим, что отчасти это уже происходит — например, фотографии на ускорителе делаются автоматически, автоматически же они и обрабатываются. Орнитологи уже полвека оставляют в лесу магнитофоны, чтобы записывать песни птиц, уже приступили к автоматическому анализу. Конечно, это ма-а-аленький кусочек новой технологии, но дальше будет больше.

Кроме автоматической добычи информации из природы, можно так же автоматически добывать информацию из уже накопленной письменной культуры. Это не отдельный этап, а параллельная задача внутри пятого этапа — собственно, какая разница: обрабатывать снимки треков элементарных частиц или архивы социологических данных? Никакой. Уже писали, что при обработке архивов удается вылавливать медицинские закономерности (о наследовании болезней, о связи здоровья с другими факторами).

Придумать, каким будет шестой этап, мы пока не можем. Но вот что нужно учитывать: человек информацией не просто любит, он ее использует. На базе Науки существует Техника. Идея автоматического завода, который на входе получает чертеж, а на выходе имеет трейлер, груженный «Клинским темным» или жесткими дисками неслышанного объема, — эта идея не нова. Поэтому на определенном этапе человек создаст новый, автоматический, способ изготовления вещей, объектов на основе новой информации.

Идем мы, значит, по улице, а навстречу нам новая вещь, которой не было, и никто не знает, что это и для чего нужна... Чем не шестой этап? Впрочем, одна попытка такого рода известна (работы П.Рудака с соавторами, Австралия). И было построено нечто странное: «... шесты на колесиках и семиногих жуков. Иногда еще такие плоские тарелки без ног, без рук, но с гироскопом». Так что ждите сюрпризов.

Л.Ашкинази

**Ф**изик Петр Леонидович Капица и философ (и писатель) Станислав Лем высказывали идею: поскольку прогресс человечества связан с ростом потребления энергии, а у каждого способа ее добычи есть свой предел, то способ N должен давать человечеству достаточно энергии, чтобы обеспечить разработку способа N+1. Например, уголь и нефть дотянули человечество до атомного реактора, а он должен дотянуть до термояда. При всех недостатках этой идеи в ней есть весьма здоровое зерно: связь стадий. По мнению Станислава Лема, беда футурологов в том, что обычно они работают без парадигмы, без механизма, без понимания связи явлений. Не учитывают, как одно следует за другим. Цепочка методов получения энергии — вот пример связи и механизма.

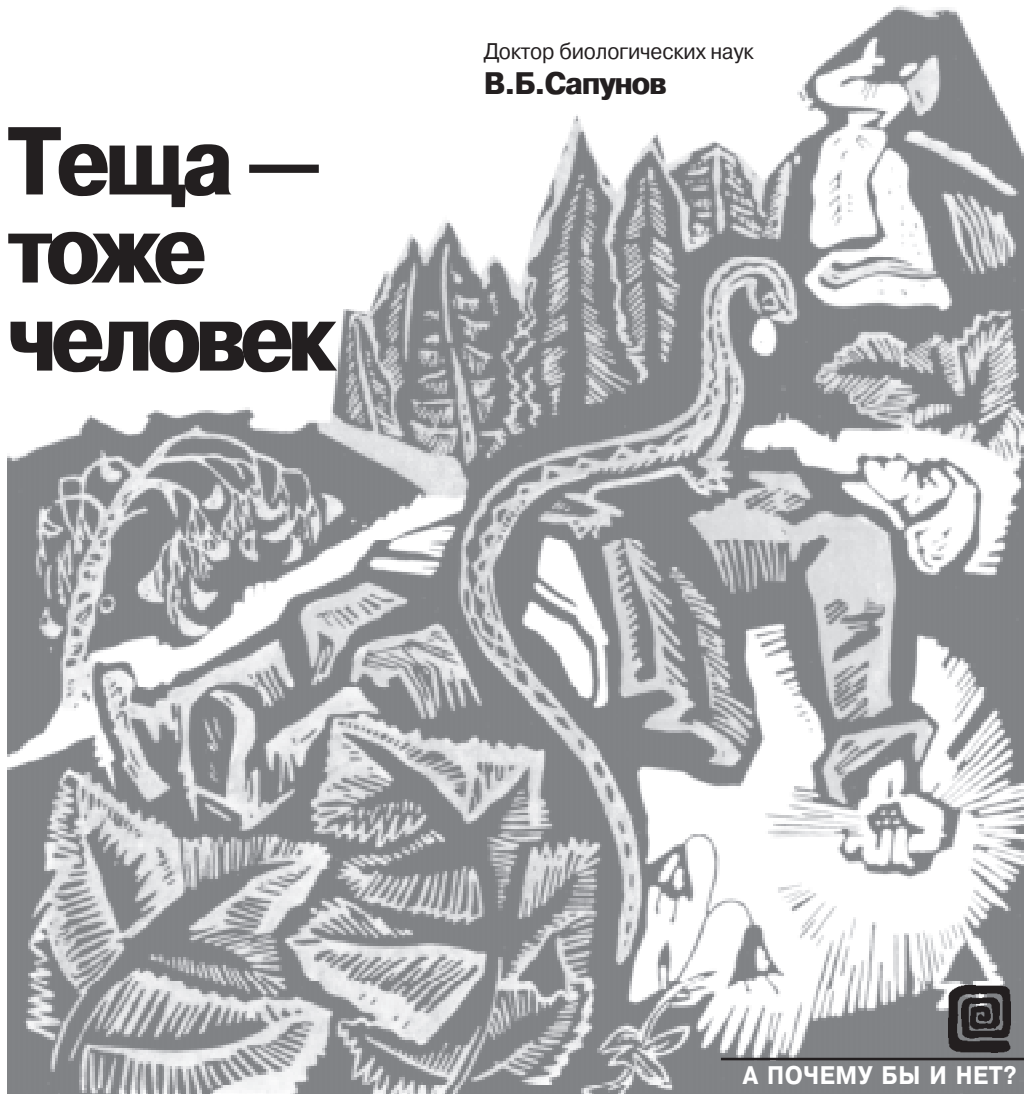
Попробуем применить эту идею к биологической эволюции. Недавно «Химия и жизнь» писала, что прогресс человека мог быть связан с увеличением объема мозга до такого, при котором у человека нашлось место для «фотоальбома» — архива картин окружающей действительности, позволяющего ему ориентироваться в этом мире. Чертеж дисковода, звездное небо и картины Фоменко что-то значат для человека и ничего — для обезьяны потому, что у человека в голове есть фотоальбом, где хранится тысяча чертежей, тысяча видов природы и тысяча картин. Какие из этого проистекают следствия, что позволяет делать или к развитию чего побуждает наличие такого фотоальбома?

Первое следствие — язык. О том, что хранится у меня в мозгу, я могу и хочу поведать ей, самой соблазнительной в стаде, или ему, самому сильному и доброму. Заметим, что для труда не обязателен развитый язык — совместно трудиться можно, и обмениваясь несколькими простейшими сигналами.

Следующая стадия — письменная культура, передача знаний между поколениями. Учить полезно для выживания. Письменная культура позволяет передавать знания более широкому кругу, более надежно и дешево. Этот



# Теща — тоже человек



А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

## О странностях в отношениях тещи с зятем

У меня есть хороший друг — профессор В. Вместе с ним мы нередко обсуждаем фундаментальные вопросы, связанные с развитием природы и общества. Как-то он поведал мне случай из своей семейной жизни (конечно, этот рассказ может быть немного приукрашенным, но по сути соответствует действительности).

Приходит профессор В. к теще и видит, что она пляшет и произносит заклинания. Заинтригованный В. стал наблюдать за танцем. Обладая глубокими познаниями в науке, в том числе в этнографии, В. быстро понял, что теща исполняет боевой танец ирокезов, который предшествует выходу на тропу войны. Пока профессор размышлял о перспективах русско-ирокезского сотрудничества, теща закончила танец и взялась за томагавк. За отсутствием онога в дело пошел увесистый русский колун. Размахнувшись, теща метнула его в зятя — и попала. Правда, обухом, но все же на лбу остался порядочный шрам.

Забавный рассказ ученого друга на-

толкнул меня на определенные размышления. Общаясь со своими знакомыми, перешедшими в статус тещ, я заметил нечто общее. Многие из них производят впечатление вполне нормальных и даже положительных женщин, демонстрируя известный факт: хороших людей на свете больше, чем плохих. Но когда они начинают говорить о зятях, то превращаются в сгусток ярости. Возникает впечатление, что муж у дочери — воплощение всех мыслимых негодяйств и пороков, эдакий Калигула, Дракула и Малюта Скуратов в одном лице. Однако при попытке взглянуть на такое чудовище выясняется, что речь идет о самом обычном и заурядном мужчине, каковых миллионы. Не стоит ли за специфической отношения тещ к зятям нечто большее, чем дурной характер и личные склоки?

Чтобы разобраться, воспользуемся теорией В.А.Геодакяна, в соответствии с которой мужчины и женщины (у животных — самцы и самки) имеют разные эволюционные функции. Мужской пол — авангард эволюции. Он изменчив и первым приспосабливается к меняющимся условиям. Женский — бо-

лее стабилен, более однороден, менее подвержен болезням; он вбирает в себя то прогрессивное, что выработано на материале мужских особей. Однако встреча кавалера с дамой у различных видов может заканчиваться по-разному.

## Как это делают богомолы

Способы выживания биологических видов рациональны и порой жестоки по отношению к отдельным представителям вида. У некоторых членистоногих — богомолов и пауков — самка сразу после спаривания съедает самца. Это биологически целесообразно. Белки съеденного супруга компенсируют затраты на формирование яиц, сам же супруг не нужен — он свое дело сделал. О потомстве он не будет заботиться, ибо такой инстинкт у членистоногих отсутствует. Еще круче природа поступает с некоторыми лососевыми рыбами. После выметывания икры у самцов и самок родительского поколения включается генетическая программа смерти. Они умирают, чтобы освободить место следующему поколению. «Молодым — везде у нас дорога», — уверяют рыбы на

своем языке. Насчет почета старикам они молчат. У рыб нет социального прогресса, поэтому старшие особи — накопители знаний — им не нужны.

## Как это делает человек разумный

У современного человека разумного ситуация иная. Он есть продукт взаимодействия социальной и биологической составляющих. Говорить о том, какая из них важнее, так же бессмысленно, как задаваться вопросом, от чего больше зависит площадь — от длины или ширины? Однако очевидно, что направление развития человека разумного — повышение социальнойности. Поэтому мужчины более социальные, а женщины более биологичны.

Самка богомола поедает самца, поскольку видит в нем доступный источник белка: проще сожрать супруга, чем отправляться на охоту. Человеку белковый голод не грозит, поэтому поедать супругов нецелесообразно. Но у людей все же идет борьба за ресурсы. Выгоняя зятя из дома или доводя его до инфаркта, теща выступает как триггер, переключающий поток ресур-

сов в пользу следующего поколения.

Итак, взаимоотношения тещ с зятьями — это взаимоотношение социального с биологическим. С точки зрения биологии ликвидация мужчины рациональна. Если мужчина плохо обеспечивает основные потребности потомства, он вроде как и не нужен.

Лидером в борьбе с мужчиной выступает теща, а не жена потому, что она старше, более дальновидна в разработке долгосрочной программы уничтожения мужчины и, в отличие от жены, свободна от эмоциональные отношений, замешанных на сексе. Но в конечном счете жены почти всегда берут сторону тещ, как им повелевает женская сущность. Особо велика рациональность действий тещ сейчас, когда большинство мужчин ни честным трудом, ни квалификацией не могут заработать больших денег. Возможности обеспечивать биологические потребности детей после уничтожения мужа ничуть не уменьшаются. Будут алименты, пособия и так далее. А места в квартире для подрастающего поколения станут больше, то есть расширится экологическая ниша для детей. Так что тещи, воюя с зятьями, действуют по-своему разумно, но только с биологической точки зрения. Иначе мыслить они не могут, ибо женщина эволюционно стоит ближе к питекантропу.

Однако эта разумность весьма ограничена: во внимание не принимается то обстоятельство, что за развитие социальных решений в основном отвечают мужчины средних и старших возрастов, накопившие знания и опыт. Известно, что дети, выросшие без отцов, медленнее развиваются интеллектуально, их моральные качества ниже. Это не случайно, такие свойства — социальные, и за них отвечает мужчина. Поэтому, когда он начинает противодействовать агрессии тещи, даже после развода добиваясь права общаться с детьми, то действует так, как повелевает его мужская социальная сущность. Конечно, не нужно абсолютизировать распределение социально-биологических функций по полам. Половые признаки (как и всякие другие) имеют количественную меру выражения. Женщины, занятые в рационально-социальных областях (наука, политика), обычно обладают немалым числом мужских черт, так же, как мужчины, занятые в эмоционально-биологических областях, например работают на эстраде, зачастую женоподобны. Но общая тенденция такова: женщины в первую очередь биологичны, во вторую социальные, мужчины — наоборот. Так что конфликт «теща-зять» естествен, неизбежен и не дает оснований говорить о ком-то

из них плохо. В основе конфликта — взаимодействие социальной и биологической ипостасей нашего вида. Каждый выполняет свою роль в процессе сохранения популяции *Homo sapiens*.

## Вместо эпилога

Мы едем в очередную экспедицию. Мой спутник — серьезный исследователь, историк М. Проезжаем деревню, откуда родом его жена. Возле дома ее матери М. просит тормознуть.

— Надо отнестись теще гостинцев, — озабоченно говорит он, взваливает на плечи увесистую сумку с конфетами и фруктами и уходит в тещин дом. Через минуту дверь распахивается от сильного удара, он уже без сумки вылетает во двор, а сзади несетесь разъяренная теща, размахивая лопатой с грацией, достойной лихого десантника. М. убегает от тещи, теща не отстает, явно собираясь раскрыть ему голову. Они носятся вокруг дома, топчут грядки, опрокидывают забор. Я с умилением смотрю на эту трогательную сцену и шепчу: «Вот это — настоящая женщина».

## Кому теща, а кому бабушка

О том, что бабушка играет серьезнейшую роль в деле продолжения человеческого рода, свидетельствует исследование, которое недавно провели финские исследователи Вирпи Луммаа из Университета Турку и Микка Ладенпераас из британского Университета Шеффилда (агентство «NewsWise», 4 марта, 2004 г.). Они проанализировали данные более чем о трех тысячах семей, которые жили в Финляндии и Канаде в XVIII и XIX веках, и установили: чем дольше бабушка живет на свете, тем больше у нее получается внуков. В среднем выходит по два дополнительных внука на каждые десять лет, прожитых после утери способности к рождению детей. Более того, чем дольше бабушка живет на свете, тем раньше ее дети вступают в брак, у них меньше интервал между рождениями собственных детей, и у тех оказывается больше шансов дожить до взрослости, а стало быть, оставить потомство. Причем это не зависит от того, кто есть бабушка —

теща или свекровь. «Чем больше внуков, тем шире распространятся гены в следующих поколениях, и, значит, такое поведение закрепляется эволюционно, — говорит доктор Луммаа. — Эффект вызван тем, что у бабушки-долгожительницы больше шансов передать свои навыки обхождения с детьми, а также помочь молодым матерям».

Как установили британские ученые из лондонского Центра гигиены и тропической медицины (агентство «AlphaGalileo», 23 марта, 2004 г.), две трети британских дедушек и бабушек каждую неделю видятся со своими внуками и помогают за ними ухаживать, при этом живут они, как правило, в получасе ходьбы от своих детей. Несмотря на то что треть представителей старшего поколения британцев продолжают работать (не достигли 60 лет), они играют жизненно важную роль в семьях своих детей: когда нужно, оказывают помощь как словом, так и деньгами, а при

разводе эта роль значительно возрастает — многие считают, что лучше не отдавать родную кровь в чужие руки, а воспитать внуков самим. Более того, порой родители, особенно если мать работает, взваливают на бабушек и дедушек значительно большую нагрузку по воспитанию потомства, нежели те хотели бы. Лишь когда младшие в семье достигают десятилетнего возраста, они видятся со старшими реже, чем раз в неделю.

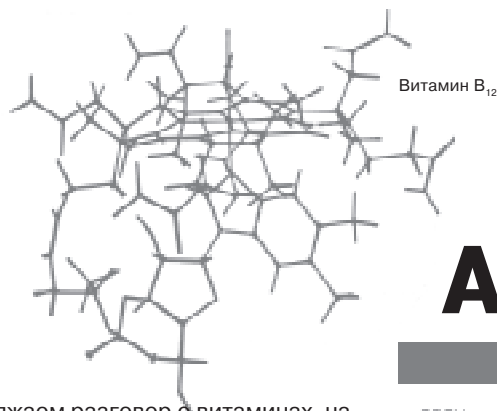
«Женщины, как всегда, проявляют себя творцами социальных сетей, причем со своими дочерьми бабушки поддерживают больше контактов, чем с сыновьями. Что же касается дедушек, то они охотно общаются с внуками, но, как правило, если не развелись со своими женами», — говорит автор исследования Линда Кларк.

Обычно дети ухаживают за представителями старшего поколения, а те передают им свои знания. Из-за эпиде-

мии СПИДа в Африке эта схема разрушилась: среднее поколение вымерло и появилось целое поколение детей-сирот. Только в одной Кении более двух миллионов сирот в возрасте до 15 лет. В этом случае роль матери переходит к бабушке. Шведские ученые из Гетеборгского университета (агентство «AlphaGalileo», 12 марта, 2004 г.) решили разобраться, как строится воспитание в таких семьях. Оказалось, что бабушки-матери испытывают серьезный стресс, который связан с возрастом, бедностью, чувством ответственности и отсутствием эмоциональной поддержки. В результате своих приемных детей они держат в строгости. Именно эта строгость в сочетании с любовью дает неплохие результаты: сироты, несмотря на большее число факторов риска, по мере взросления адаптируются к жизни в обществе ничуть не хуже своих сверстников из благополучных семей.



С МИРУ ПО НИТКЕ



Е.Котина

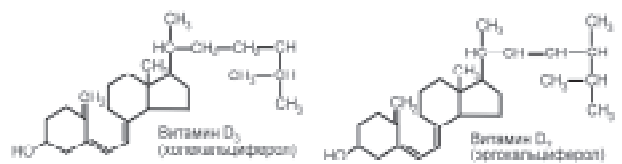
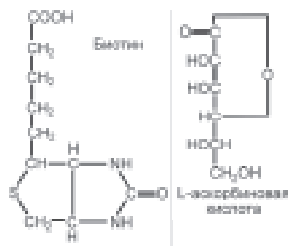
# Аскорбинка и другие

Продолжаем разговор о витаминах, начатый в № 7.

Фолиевая кислота (точнее, ее активная форма, тетрагидрофолиевая кислота) помогает ферментам переносить одноуглеродные фрагменты. Без такого перемещения блоков «молекулярного конструктора», в частности, уридин в составе ДНК не мог бы превратиться в тимин. (Именно поэтому противораковые лекарства блокируют реакцию образования тетрагидрофолата, тем самым останавливая удвоение ДНК и деление клеток опухоли.) Синдром ее нехватки — анемия, потеря веса, общая слабость. Фолиевая кислота содержится в зелени, печени, дрожжах и в мясе. Умеренная форма недостаточности фолиевой кислоты — по некоторым оценкам, самая распространенная в мире.

Зато дефицит биотина и витамина B<sub>12</sub>, так же, как пантотеновой кислоты и пиридоксина, у людей встречается редко. Биотин (раньше его называли витамином Н) наряду с пантотеновой кислотой участвует в переносе группы COO<sup>-</sup>, например, при образовании оксалоацетата из пирувата. (Эта реакция, обратная той, что входит в цикл трикарбоновых кислот, — звено противоположно направленной цепочки, накопления живой тканью глюкозы с затратой энергии.) К счастью, этот витамин широко распространен и хорошо усваивается. Исключение связано с яйцами: биотин содержится в их желтках, а в белках есть антидот к нему — авидин, белок, препятствующий всасыванию биотина. При употреблении в пищу сырых яиц биотин желтков не идет впрок. Но в вареном яйце денатурированный авидин теряет способность связывать биотин, поэтому, если человек не питается одним гоголь-моголем, биотиновая недостаточность ему вряд ли угрожает.

Витамин B<sub>12</sub>, он же цианкобаламин (мы не рисуем его подробную формулу ради экономии места), помимо сложности своей структуры замечателен тем, что содержит кобальт. Его не синтезируют ни растения, ни животные, а только некоторые виды микроорганизмов — в том числе те, что обитают в кишечнике человека. (Так что можно лишь с натяжкой утверждать, что витамин B<sub>12</sub> не вырабатывается в нашем организме!) Но если он не всасывается из кишечника, у человека начинает-



ся злокачественная анемия, которую лечат инъекциями витамина B<sub>12</sub>. Все не так страшно, поскольку печень человека умеет запасаться этим витамином в количествах, которых хватает на несколько лет. Он ассистирует в реакциях, связанных с переносом алкильной, карбоксильной, гидроксильной или аминогруппы на соседний атом углерода.

Витамин С — один из самых знаменитых. Взять хотя бы историю его изучения, связанную с великими географическими открытиями. Французская экспедиция на Ньюфаундленд в середине XVI века; кругосветное путешествие Магеллана; покорение Арктики и Антарктики — с этого начинаются рассказы о том, как человечество искало средство от цинги.

Такое средство находили не раз и не раз забывали. Французы на Ньюфаундленде, как писал участник экспедиции Жак Картье, вылечились напитком из коры и листьев сассафраса лекарственного. В 60-х годах XVIII века Джеймс Линд установил, что морякам, страдающим цингой, помогает диета с лимонным соком. А вообще-то одно из первых описаний этой болезни (под названием кровавого илеоса) встречается у Гиппократы: «Изо рта скверно пахнет; десны отделяются от зубов; из ноздрей вытекает кровь. Иногда на ногах развиваются язвы; одни заживают, другие появляются. Цвет черен. Кожа истончается. Больной не способен ни ходить, ни трудиться». И лекарство отец медицины рекомендовал вполне адекватное: листья дикого огурца и мед в разных видах (последнее, видимо, в качестве общеукрепляющего).

Так или иначе, до XX века эффективных противцинготных средств не было. Аскорбиновую кислоту выделили из лимонного сока лишь в 1932 году. Зато во второй половине века ее прославил на весь мир крупнейший американский биохимик Лайнус Полинг, страстно пропагандировавший сверхдозы аскорбинки как средство и от инфекционных бо-

лезней, и от преждевременного старения, и даже от рака. Казалось бы, к концу века про витамин С мы узнали всё: но не тут-то было!

Аскорбат-ион участвует в качестве кофактора в гидроксировании — фермент присоединяет к молекуле OH-группу, а аскорбат при этом окисляется до дегидроаскорбата. Именно эта реакция важна для синтеза соединительной ткани у позвоночных: при окислении пролина до оксипролина в белке коллагене. А коллаген — это кожа, кости, зубы, сосуды, сердце, стекловидное тело глаза... Остановка этой реакции приводит к прекращению регенерации всех этих тканей, что как раз и дает цингу. Полинг также указывал, что аскорбат способствует превращению лизина в карнитин, который необходим для мышечных сокращений (отсюда быстрая утомляемость при дефиците витамина С), а также участвует в гидроксировании вредных веществ. Повышение иммунитета, противовоспалительный и прочие чудодейственные эффекты аскорбинки не раз наблюдались в экспериментах, однако тут еще много простора для детальных исследований.

Привычное закливание мам и врачей: «Ешь фрукты и овощи, в них витамины», в первую очередь относится к аскорбиновой кислоте. Больше всего ее в цитрусовых, помидорах, ананасах, а если выбирать что подешевле — то в смородине и капусте, особенно квашеной. Зато, в отличие от большинства витаминов, о которых шла речь до сих пор, ее почти нет в мясе, яйцах, рыбе, совсем нет в высушенных зернах злаков. К тому же витамин С разрушается при термообработке. У многих животных аскорбиновая кислота синтезируется в организме, но у человека — увы. Видимо, наши предки не страдали от мутаций в соответствующих генах, по-





# Ртуть, свинец и солнце

*В современной промышленности и в быту часто используют потенциально опасные продукты и процессы, но вредные эффекты их применения порой обнаруживаются лишь через несколько лет или десятилетий, иногда в совершенно неожиданных ситуациях.*



**Н**а шестой линии Васильевского острова в Санкт-Петербурге расположена знаменитая аптека доктора Пеля с громадной вывеской на фасаде, выполненной «золотой» мозаикой.

Пель был поставщиком императорского двора, а кроме того, в конце XIX и начале XX века занимался... экспериментальной алхимией. Во дворе аптеки до сих пор сохранилась печь, предназначенная для этих экспериментов. Сейчас интерьеры аптеки стилизованы под начало XX века, и в стеклянных витринах, кроме лекарств, выставлены старинные, XVIII–XIX веков, аптечные сосуды, весы, ступки.

В середине прошлого столетия это здание мало отличалось внутренним убранством от всех остальных советских аптек. В одном из флигелей, расположенных во дворе в послевоенные годы, располагался филиал некой проектной организации. Работающие в этом помещении люди по непонятным для всех причинам часто и подолгу болели, и так могло продолжаться неизвестно до каких пор... Однажды во флигеле затеяли ремонт: решили сделать в нем служебную столовую, а на первом этаже установить подвесной потолок. И вот когда сверлили отверстия в перекрытиях, из пустот между несущими бал-

ками на строителей вылилось несколько литров металлической ртути. Возможно, в годы революции владельцы аптеки до лучших времен припрятали ртуть — дорогой и непортящийся продукт. А может, жидкий металл разлили случайно, он ушел в пустоты перекрытий да там и остался.

**Р**туть и через много десятилетий способна вызывать опасные отравления, которые в некоторых случаях плохо диагностируются, а потому их не лечат правильно. Проявления хронических отравлений ртутью и тяжелыми металлами многообразны и сильно зависят от «фоновых» заболеваний у пораженных.

Яды, объединенные названием «тяжелые металлы», дезактивируют функциональные SH-группы (тиоловые группы) многочисленных сульфотиоловых ферментов и нарушают течение разнообразных биохимических реакций в различных органах. Острые и самые опасные отравления приводят в первую очередь к тяжелым поражениям печени и почек, ведущим к мучительной смерти. При нарушении работы этих органов вредные продукты обмена веществ и яды, в том числе сами тяжелые металлы, не обезвреживаются и не выводятся из организма. В более легких случаях иногда успевают появиться еще и характерные поражения толстого кишечника, обусловленные тем, что свинец, ртуть или ионы подобных им токсичных металлов активно выводятся еще и через слизистую пищеварительной системы.

Признаки легких отравлений многообразнее. Обычно на первый план выходят нарушения кроветворения и поражения нервной системы — головного и спинного мозга и нервных стволов. Заметим, что при хроничес-

ких отравлениях ртутью, свинцом и другими тяжелыми металлами страдают почти все системы организма, но клиническими или лабораторными средствами зарегистрировать неполадки почек и печени труднее, поэтому чаще сначала замечают поражения нервной системы и кроветворения. При низких концентрациях тяжелых металлов расстройств нервной системы развиваются медленно, и в первую очередь у пожилых и младенцев. Говорят, что расстройства маскируются под распространенные болезни. Правильнее даже сказать, что свинец, ртуть и близкие по действию яды утяжеляют течение обычных болезней. В большинстве случаев врачи не сразу диагностируют хронические отравления тяжелыми металлами, а отмечают более тяжелое и упорное течение привычной патологии.

В самом центре Санкт-Петербурга, вблизи от знаменитого плаца Семёновского лейб-гвардейского полка, где теперь построено Театр юного зрителя, только недавно был закрыт старый шрифтолитейный завод, загрязнявший всю округу свинцом и сурьмой с начала XX века. Много лет содержание свинца в воздухе в этом районе превышало допустимые санитарные нормы в несколько раз. Не случайно у живших неподалеку пожилых больных при болезнях Альцгеймера и Пика слабоумие развивалось заметно быстрее, чем обычно. Нечто подобное происходило и с людьми, которые работали во флигеле аптеки Пеля.

В древности хронические отравления свинцом были весьма нередки среди ремесленников, горняков, да и в быту. Античные виноделы и торговцы порой «подправляли вкус» слишком кислого вина добавлением сладкого на вкус ацетата свинца. Соединения сурьмы вплоть до Нового вре-





Печь во дворе аптеки Пеля



ЗДОРОВЬЕ

мени широко применяли в косметике. В прошлом часто использовали свинцовые белила и другие свинцовые красители (красную киноварь, желтые пигменты). Ими даже украшали детские игрушки и бытовые предметы, наносили их на обои. Стекла и глазури, содержащие много оксидов свинца, отличаются высоким коэффициентом преломления света и высокой дисперсией, ярко играют на свету, но не очень тверды и больше, чем кальциевые стекла, растворимы в воде и кислотах. Изготовление украшений и роскошной стеклянной посуды из легкоплавких свинцовых стекол вносило свою долю в загрязнение среды свинцом. Сельские ремесленники, производившие керамическую посуду и украшения, еще в начале XX века широко использовали легкоплавкие глазури, содержащие силикаты свинца.

Начиная с XVII века, опасным ядом стала металлическая ртуть, применяемая при изготовлении зеркал, барометров и термометров, в алхимических экспериментах. Лечение препаратами, содержащими соли ртути, мышьяка и свинца, — еще одна довольно частая причина хронических отравлений в XVIII–XIX веках. Только с конца XIX столетия санитарный контроль за содержанием свинца, ртути, мышьяка и сурьмы в воде, воздухе и пищевых продуктах снизил риск массовых хронических отравлений тяжелыми металлами. Однако такие случаи наблюдались и в XX веке.

**В** середине прошлого столетия трагедия произошла в Японии. Загрязненные ртутью промышленные стоки сбрасывали в реку, впадавшую в морской залив Минамата. Общее количество металла было сравнительно небольшим, концентрация в стоках и в морской воде оказа-

лась ничтожной. Как же случилось, что пострадали люди?

Ртуть и другие тяжелые металлы мигрируют в экосистемах по пищевым цепям, и их концентрация повышается по мере движения к концу пищевой цепи. Сначала металлы в безопасных для жизни и размножения концентрациях накапливает планктон. Им питаются мелкие хищники, в организме которых создаются более высокие концентрации тех же металлов. Еще больше их в теле крупных хищников. Ну а в самом конце прибрежной пищевой цепи оказался некий вид крупных сухопутных млекопитающих, в рацион которого входили двустворчатые моллюски и морские хищные рыбы. Он называется *Homo sapiens*... Не случайно, что от ртути в заливе Минамата больше всего пострадали молодые люди и дети из бедных семей. В прибрежных водах крупные хищные рыбы легко ловились даже сачком. Понятно, что при таком способе лова рыбакам попадались в первую очередь отравленные экземпляры с тяжелыми поражениями центральной нервной системы.

С конца XX века в Швеции и Финляндии врачи не советуют беременным женщинам есть пресноводную рыбу чаще одного раза в неделю, а диких водоплавающих птиц не рекомендуют есть совсем. Причина та же — опасность интоксикации ртутью. Как же ртуть попадает в пищевые цепи пресноводных водоемов? Начало цепи — в фермерских хозяйствах. Зерно перед посевом зачастую обрабатывают соединениями ртути для защиты от грибка. Это безопасно для потребителей урожая, поскольку в новые зерна металл почти не проникает. С полей ртуть разными путями переносится в реки и озера, а затем через планктон в рыбу. Кроме того, опасный металл распространяется через зерноядных птиц и зайцев, питающихся молодыми всходами. В результате больше и раньше всех страдают хищники — птицы и млекопитающие, а также человек.

В некоторых случаях массовые отравления возникали еще проще — от употребления в пищу протравленного

метил-ртутью посевного зерна. В середине XX века Ирак пытался получить посевной материал из США, но из-за политических затруднений смог купить его только через Мексику. Обработанное ртутными соединениями зерно для безопасности было окрашено органическим красителем. Населению сельских районов, где его распределяли, объявили о непригодности такого зерна в пищу. Предупреждения, однако, не подействовали, и сельские жители принялись вымачивать его в воде. Зерном, отмытым от безвредного красителя, но не от ртути, начали кормить кур, а затем и печь из него хлеб. В итоге зафиксировано более шести тысяч отравившихся ртутью и около пятисот погибших. Естественно, сразу же пошли слухи о диверсии, организованной ЦРУ.

В семидесятые годы в Санкт-Петербурге, тогда Ленинграде, в лабораторном корпусе одного из учебных институтов химического профиля проводили капитальный ремонт. Неожиданно во многих сифонах канализационной системы обнаружили металлическую ртуть, точнее — амальгаму разных металлов, и в немалом количестве. Откуда она взялась в канализационной системе?

Объяснение оказалось простым. Много лет студенты и лаборанты, выполнявшие учебные работы, в нарушение правил сливали отработанные растворы в канализацию. В качестве реактивов для химического анализа они использовали соединения ртути, свинца, хрома. В сифонах под действием различных восстановителей в ходе многообразных реакций ртуть и свинец восстанавливались из ионов. За много лет общее количество соединений ртути, вылитых студентами в канализацию, составило несколько килограммов в переводе на чистый металл!

Из Англии поступили сведения, что за год в атмосферу вблизи от крематория среднего размера поступает около 11 килограммов паров ртути. Источник этой ртути — зубные пломбы из серебряной амальгамы, которые ставили в начале и середине XX века.





Другими словами, даже современные технологии не гарантируют защиты от контакта с опасными для здоровья тяжелыми металлами. Хронические отравления могут происходить самыми разными путями, и практические врачи должны уметь за обычными вялотекущими недугами разглядеть отравление.

«Химия и жизнь» уже публиковала статьи, посвященные токсикологии соединений тяжелых металлов и противоядиям, используемым для профилактики и лечения отравлений. Пока эти яды находятся в просвете желудочно-кишечного тракта, эффективнее всего они связываются сульфидами, при этом образуются нерастворимые в воде соединения. Когда тяжелые металлы уже попали в кровь, нужно вводить комплексообразователи: тиосульфат натрия (он же гипосульфит, применяемый в галлоидсеребряной фотографии в качестве фиксажа), БАЛ (британский антилюизит), отечественный «Унитиол», европейский «Купренил». Тиосульфат натрия разлагается в кислой среде желудочного содержимого, поэтому его имеет смысл вводить или инъекционным путем, или через клизму, или — ингаляцией аэрозолей.

Теперь мы расскажем о нескольких собственных наблюдениях последних лет, демонстрирующих те особенности хронических отравлений тяжелыми металлами, о которых часто забывают даже специалисты.

Тяжелые металлы, поступившие в организм при острых или хронических отравлениях, могут длительное время сохраняться в костях, не вызывая каких-либо явных болезненных проявлений. И только при некоторых состояниях, например когда из костей ускоренно вымываются кальций и фосфаты, ионы тяжелых металлов поступают в кровь и вновь вызывают клинические расстройства. Появление клинических симптомов отравления возможно и через много лет после

поступления ядов в организм, во время беременности и кормления грудью, когда кальций из организма матери расходуется на построение костей скелета у ее ребенка. Сведения об этом нечасто встречаются в медицинской литературе, значит, это не всегда учитывается врачами-практиками, и больные иногда не получают адекватной помощи.

Конкретный случай 2002 года. Молодая женщина 24 лет во второй половине беременности стала жаловаться на зуд и мурашки в руках и ногах, на мышечные боли. Расстройства были настолько сильными, что резко нарушался сон, эмоциональное состояние больной было тяжелым. Дерматологические и психотропные препараты, назначаемые при нейродермите и экземе, не помогали. Акушеры с сомнением посматривали на беспокойную пациентку и предлагали родственникам проконсультировать молодую женщину у психиатра... Похожие болезненные проявления были у нее и раньше, за четыре года до этого случая, во второй половине первой беременности. При подробном неврологическом обследовании были обнаружены типичные расстройства чувствительности в конечностях, позволившие заподозрить интоксикацию тяжелыми металлами в комбинации с дефицитом кальция в крови. А назначение «Унитиола», препаратов кальция и витамина D быстро, за неделю, привело к клиническому улучшению. После родов лечение продолжалось, но попытка отмены «Унитиола» уже через несколько дней привела к возвращению расстройств чувствительности. Только после очень подробного опроса удалось установить, что эта больная в прошлом имела дело с металлургической ртутью.

Опишем второй случай из нашей практики, когда клинические признаки давней интоксикации ртутью проявились через много лет после поступления яда в организм. Женщина средних лет обратилась к невропатологам из Санкт-Петербурга с жалобами на разнообразные поражения периферической нервной системы. Больше всего ее беспокоили расстройства чувствительности на кистях и стопах, в области затылка и висков, мышечные тонические судороги. Лечение, проводившееся в соответствии с диагнозом «остеохондроз позвоночника», облегчения не принесло на протяжении нескольких лет, а расстройства нарастали. Беседа с ней, мы выяснили важные подробности. Более двадцати лет назад эта женщина, будучи совсем молодой, работала на сибирском алюминиевом заводе в помещении, где стояли мощные ртутные выпрямители-газотроны. Однажды такой выпрямитель разрушился, и она получила профессиональное отравление. Аварию скрыли от общественности, пострадавших успешно «пролечили», и никаких особых последствий женщина не замечала много лет. Однако лабораторные анализы, выполненные в Санкт-Петербургской санитарно-гигиенической академии в 2000 году, показали, что содержание ртути в крови в три раза превышало безопасный для здоровья уровень. Чем объяснить многолетнее отсутствие симптомов отравления? Почему же симптомы поражения нервной системы появились так поздно, через много лет после поступления металла в организм? Больная в этот момент не была беременной, не кормила грудью. Выяснилось вот что. Пациентка постоянно живет в приполярном климатическом поясе. В отличие от предыдущих двух

логам из Санкт-Петербурга с жалобами на разнообразные поражения периферической нервной системы. Больше всего ее беспокоили расстройства чувствительности на кистях и стопах, в области затылка и висков, мышечные тонические судороги. Лечение, проводившееся в соответствии с диагнозом «остеохондроз позвоночника», облегчения не принесло на протяжении нескольких лет, а расстройства нарастали. Беседа с ней, мы выяснили важные подробности. Более двадцати лет назад эта женщина, будучи совсем молодой, работала на сибирском алюминиевом заводе в помещении, где стояли мощные ртутные выпрямители-газотроны. Однажды такой выпрямитель разрушился, и она получила профессиональное отравление. Аварию скрыли от общественности, пострадавших успешно «пролечили», и никаких особых последствий женщина не замечала много лет. Однако лабораторные анализы, выполненные в Санкт-Петербургской санитарно-гигиенической академии в 2000 году, показали, что содержание ртути в крови в три раза превышало безопасный для здоровья уровень. Чем объяснить многолетнее отсутствие симптомов отравления? Почему же симптомы поражения нервной системы появились так поздно, через много лет после поступления металла в организм? Больная в этот момент не была беременной, не кормила грудью. Выяснилось вот что. Пациентка постоянно живет в приполярном климатическом поясе. В отличие от предыдущих двух





десятилетий, по экономическим причинам она несколько последних лет не выезжала на юг, мало загорала на солнце, и никто не посоветовал ей принимать препараты витамина D. Его дефицит привел к тому, что кальций не усваивался из пищевых продуктов и начал вымываться из костей. На фоне недостатка витамина D развился остеопороз, то есть разрежение костной ткани, и началось освобождение ртути, безвредно хранившейся в костях много лет.

Известен еще один случай массового поражения населения тяжелыми металлами, причем он был у всех на слуху, но освещался неточно. В первую неделю после аварии на Чернобыльской атомной станции советское телевидение показывало вертолет, зависший над разрушенным зданием. Диктор телевидения сообщал, что на реактор с вертолета сбрасывают гранулированное олово и песок. До сих пор не опубликованы сведения о том, какие именно материалы и технологии применяли в данном случае, поэтому возможны самые разные предположения. Любой химик, а тем более физик заподозрит, что на реактор сбрасывали все же не олово, а свинец и кадмий. Первый поглощает  $\gamma$ -лучи, а второй — медленные нейтроны и тем самым гасит ядерную реакцию. Можно думать, в лихорадочных попытках хоть чем-то «укупорить» разрушенный реактор с температурой в тысячи градусов в активной зоне применяли первые подручные средства, такие, как охотничью дробь или типографский шрифт (сплавы свинца с сурьмой), баббиты (свинцовые подшипниковые сплавы), слитки свинца. Для связывания токсичных окислов свинца, сурьмы и кадмия использовали бораты и двуокись кремния, с тем чтобы в разогретой зоне образовывалось вязкое нелетучее боросиликатное стекло, заполнявшее углубления и полости. Что происходило в его массе с атомами бора в результате нейтронного облучения — об этом

могут лучше рассказать специалисты-радиохимики. Для нашего рассказа важнее то, что значительная часть тяжелых металлов, которыми пытались консервировать зону разрушенного реактора, все же рассеялась на прилегающей территории в форме аэрозоля, состоящего из окислов и легкоплавких, растворимых в воде боросвинцовых стекол. Этот аэрозоль, близкий по физическим характеристикам к вулканическому пеплу, разносился ветрами на значительные пространства.

Врачи-терапевты и гигиенисты, непосредственно оказывавшие помощь жителям Чернобыля и приезжим ликвидаторам аварии, рассказывали о необыкновенно высокой частоте изменений в анализах крови, свидетельствующих о токсическом поражении, в частности свинцом. Клинические и лабораторные признаки отравления тяжелыми металлами по скорости появления и тяжести заметно превосходили поражения радиационные. Довольно часто даже у молодых, вроде бы до того совершенно здоровых людей обнаруживались расстройства сердечной деятельности: нарушения сердечного ритма и внутрисердечной проводимости. Эти расстройства напоминали симптомы отравления сердечными гликозидами — ядами наперстянки (дигиталиса) и ландыша. Механизм действия сердечных гликозидов — избирательная блокада сульфотиоловых ферментов в проводящей системе сердца, а специфическим противоядием оказывается тот же «Унитиол».

Большинство пораженных в зоне чернобыльской аварии жаловались на утомляемость, истощаемость, ухудшение памяти и внимания, неустойчивость настроения, на раздражительность, быстро сменяемую слабостью. Врачам-гигиенистам хорошо знакомы неврозоподобные проявления хронического отравления тяжелыми металлами. Однако в утверждениях официальных авторитетов о распространении болезней среди жителей чернобыльской зоны слишком часто говорили о радиофобии и о том,

что степень радиационного поражения не так уж и велика. И практически ничего не было сказано об отравлениях людей свинцом и кадмием. Какие практические выводы можно сделать из рассказанных историй?

Во-первых, всем практикующим врачам в случаях непонятного и особо упорного течения некоторых обычных болезней следует чаще вспоминать о возможности хронического отравления тяжелыми металлами и о возможности позднего проявления его симптомов во время беременности и кормления, при дефиците витамина D и развитии остеопороза.

Во-вторых, врачам-гигиенистам надлежит больше усилий направить на поиски и ликвидацию «малых» источников загрязнения среды свинцом, ртутью, сурьмой и кадмием. Полезно также подумать о создании безопасных и общедоступных средств предупреждения хронических отравлений тяжелыми металлами для тех, кто проживает на загрязненных территориях. Применение безвредных пилюль или свечек с тиосульфатом натрия либо «Унитиолом» не окажется особо обременительным. Предполагаем, что значительной части пораженных в зоне чернобыльской аварии также будут полезны эти довольно дешевые средства. Таким же образом можно уменьшить токсические эффекты свинца и сурьмы, рассеянных в почве за многие годы работы шрифтолитейных и аккумуляторных заводов. Подобных загрязненных зон в больших и малых городах и теперь предостаточно.





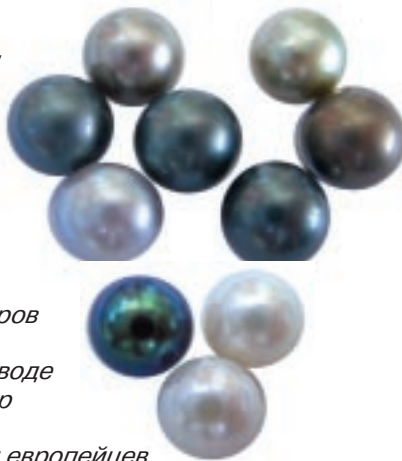
# «Жемчужная мама» и ее чада

Доктор географических наук  
**Д.Я.Фащук**

Более 4000 лет назад в Древнем Китае статус сановника при дворе императора определялся по драгоценному камню в его головном уборе — шапочке-«дыньке».

При этом жемчуг обозначал высший ранг.

Немного позже, в IV веке до н. э., перед походом Александра Македонского в Индию его учитель Аристотель настоятельно советовал полководцу захватить в первую очередь остров Сокотра. При этом философ заботился не о здоровье полководца, хотя остров и сегодня славится своим исключительно благодатным климатом, а название его в переводе с арабского означает «блаженство». Император выполнил совет учителя. Черные жемчужины, которые он затем передал в Грецию, потрясли европейцев.



## Перламутр

Один из самых любопытных и красивых даров природы, хранящихся в кладовых Нептуна, — перламутр. Это продукт жизнедеятельности моллюсков (от латинского molluscus — мягкотелый). Он образуется на внутренней стороне раковины животного и представляет собой слоистый агрегат, состоящий из карбоната кальция — арагонита (90%), органического вещества конхиолина (6%), воды (до 3%) и примесей соединений железа, марганца, циркония и других элементов.

Мелкие кристаллы арагонита выделяются железистыми клетками мантии моллюсков в виде листочков и, склеиваясь конхиолином (смесью аминокислот и белка), наслаиваются друг на друга, образуя пластинки перламутра (от немецкого die Perlmutter — «мать жемчуга»). Если толщина перламутрового покрытия составляет 0,004–0,006 мм, раковина играет очаровательными радужными тонами, которые называются «ориент» или «люстр» (от французского lustre — блеск). Они возникают из-за отражения и интерференции света на поверхности слоев арагонита. Если же покрытие толще (0,012–0,017 мм), очарование тускнеет.

Пожалуй, самым древним перламутровым украшением можно считать бусы, найденные в захоронении первобытного человека на территории Франции (30 тыс. лет). В Северной Америке (штат Миннесота), в захоро-

нении ледникового времени (20 тыс. лет), обнаружили скелет девочки с раковинной из южных морей на шее. К более поздним находкам (10 тыс. лет) относится перламутровое ожерелье, раскопанное в 1908 году на стоянке в селе Мезин Черниговской области. Раковины моллюска ципрея неоднократно обнаруживали в могильниках медного (4,5–3,3 тыс. лет) и бронзового (3,3–1,2 тыс. лет) веков в Китае в весьма удаленных от моря провинциях. При раскопках дворца царя Миноса на Крите также нашли огромное количество раковин гребешков-пектенов, мурексов, трохусов — судя по всему, жители острова в течение почти 5 тыс. лет использовали

моллюсков не только в пищу, но и в культовых целях. В царской гробнице в городе Ур — столице государства Шумер (XXI в. до н. э.) — нашли золотой светильник в форме раковины, а в другой усыпальнице — множество раковин, заполненных ритуальной зеленой краской.

Украшения и посуду из перламутра знали и ценили в Древнем Египте и Нубии. Более чем за 2500 лет до н. э. они были широко распространены в Японии и Индии, а после крестовых походов (XII век) перламутр появился в Италии, Голландии и других странах Европы, где возникло производство перламутровых изделий. Всем известная ребристая раковина дву-

1  
**Ципрея**  
(каури)



2  
**Гребешок (пектен)**



3  
**Мурекс**







## Ракушечные деньги

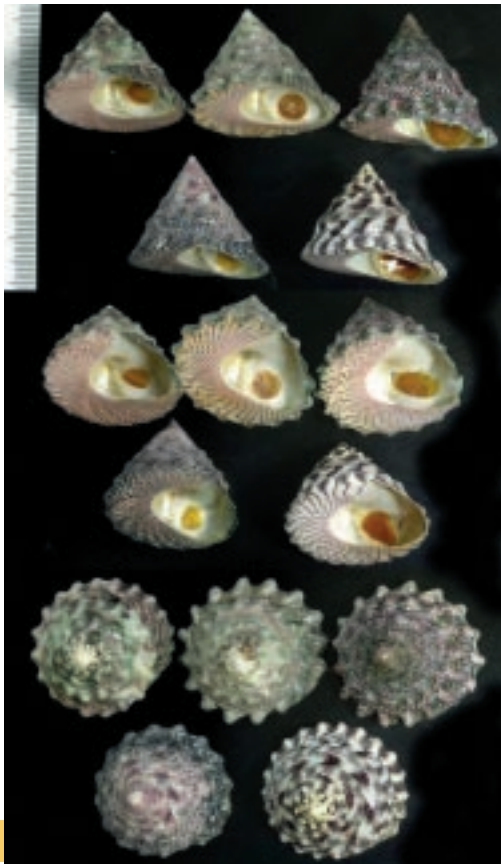
Китайцы за 1500 лет до н. э. нашли раковинам моллюсков более рациональное применение — в качестве денег. В провинции Юньнань их использовали до XIX в. Специалисты полагают, что за время существования человека деньгами служили около 200 видов раковин. Даже сегодня на Новой Гвинее можно встретить «деньги насса» — раковины одноименного моллюска. Папуасы иногда делали знаки оплаты из моллюска аркулярия и называли, как и европейцы, «тамбу» — богатство.

В некоторых районах Западной и Центральной Африки были в ходу «деньги симбо» из конусовидных раковин моллюска рода оливанциллярия. Такое название произошло от африканского слова «нзимбу». Раковины добывали в водах Конго, но иногда использовали и подделки из вод Габона, Занзибара, Мозамбика.

В Африке же до сих пор встречаются «деньги каури» — раковины одного из видов ципреи, использовавшегося с этой целью еще в Древнем Китае, Корее, Японии, Индии (с IV–VI вв. до XIX в.), Таиланде, на Филиппинах (до 1800 г.). С XVI в. деньги каури стали завозить на Черный континент португальцы, голландцы и англичане для покупки рабов. Только в XIX в. сюда поступило 75 млрд. каури, общим весом 115 тыс. тонн. Ожерелье из этого количества раковин могло 37 раз обвить Землю. Интересно, что в XII–XIV вв. деньги каури дошли и до Северо-Западной Руси. Здесь их называли «ужовки», или «змеиные головки». Эти раковины сейчас находят в погребениях того времени в районе Новгорода и Пскова.

На тихоокеанском побережье Северной Америки (от Калифорнии до Ванкувера) и на Новой Зеландии были в ходу «деньги коп-коп» из раковин лопатонного моллюска денталиума. На Новой Зеландии их первым обнаружил в 1643 году первооткрыватель этого острова голландец Абель Тасман.

Индейцы атлантического побережья Северной Америки делали «деньги



4  
Трохусы

6  
Турбинеллы

створчатого моллюска рода пектен — морского гребешка, или «моллюска для рагу», в средние века считалась отличительным знаком паломников и крестоносцев. Сегодня ее использует в качестве эмблемы англо-голландская нефтяная компания «Шелл», что в переводе с английского и означает «раковина». Нефтяные магнаты тем самым сравнивают себя со средневековыми пилигримами, с той лишь несущественной поправкой, что они шли на восток не ко гробу Господню, а к черному золоту.

В раковине морского гребешка, согласно древнегреческому мифу, родилась богиня любви Афродита (у римлян Венера). Великий Боттичелли запечатлел это в картине «Рождение Венеры». Благодаря раковине гребешка в XVII–XVIII вв. в Европе возник архитектурный стиль рококо (от фр. «рокаиль» — орнамент из раковин). Раковинами моллюска рода ципрея (каури) в Средней Азии и на Ближнем Востоке украшали сбрую ослов и верблюдов, а в Европе — лошадей.

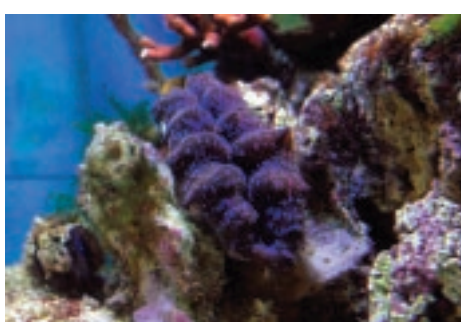
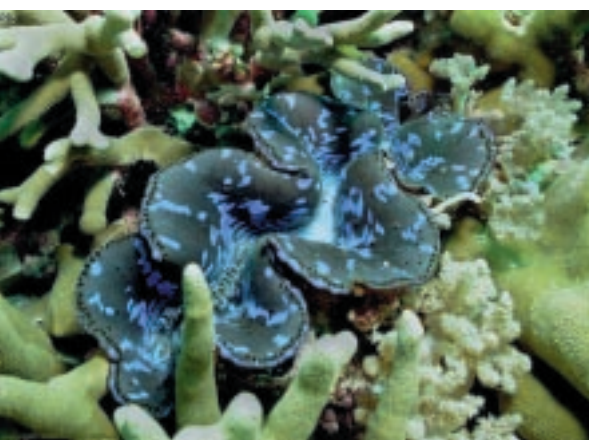
Один из мифов Древней Греции повествует о козлоподобном боге лесов и рек Пане — сыне козы Амалтеи, вскормившей также Зевса. Этот пострел развлекался, трубя в рог Тритона, подаренный ему молочным братом. От жуткого звука инструмента народ в ужасе разбегался — с тех пор такое бегство называется паническим, а состояние безрассудного страха — паникой. Современные ученые полагают, что рог Тритона представлял со-

бой раковину огромного (до 60 см) хищного средиземноморского моллюска харонии. Об использовании его в качестве сигнальной трубы упоминали еще Гомер и Феокрит, а в Европе, в поселке Брауншвейг, при раскопках раннего неолитического поселения (8 тыс. лет) найдена раковина харонии с отпиленным концом. Кстати, сегодня для извлечения звука из раковины жители побережья Индийского и Тихого океанов не отпиливают ее конец, а пробивают дырочку сбоку — это позволяет получать более сложный звук.

Индейцы изображают четырехрукого бога-защитника Вишну с молнией, палкой, цветком лотоса и редкой, левозакрученной раковиной моллюска турбинеллы. Согласно легенде, герой победил морского демона Панчаяню, жившего в этой раковине. В память о победе левозакрученные раковины этого вида и сегодня называют «священный Чанк».

4  
Трохус на дне





8  
Тридакна



9  
Пинна

вампу» — в переводе с их языка «белые бусы». Они представляли собой вышивку из кусочков раковин брюхоногого моллюска мерценария на полосках оленьей кожи, служившую также формой письменности. О том, что остров Манхэттен в свое время был продан индейцами Уильяму Пенну, чьим именем назван штат США Пенсильвания, ученые узнали благодаря сохранившейся вампу-расписке.

А из больших раковин тридакны, конуса, трохусов, мурексов, пиний и других моллюсков на островах Океании делают монеты диаметром 10 см — «деньги пела». Такое производство процветает сегодня на коралловом острове Лаулази в Тихом океане к востоку от Новой Гвинеи.

Из сотни видов двустворчатых и брюхоногих моллюсков, вырабатывающих перламутр, значительная доля относится к пресноводному роду перловиц. Самые плодовитые из них — моллюски родов маргаританы и дауриной. Первые живут в реках Прибалтики, Карелии, Кольского полуострова, Финляндии, Швеции, Норвегии, Англии, Ирландии, Северной Америки (Миссисипи), а также в устье Дона, на Украине (самые крупные — до 15 см, в реке Псёл) и в реках Пиренейского полуострова. Даурская и камчатская жемчужницы из рода дауриной обитают в бассейне Амура и в реках Охотского побережья Камчатки.

Морских моллюсков — производителей перламутра часто называют «зо-

лотозубыми» или «сереброгубыми». Многочисленные их виды живут на мелководье (до 15 м) в Красном и Карибском морях, в Персидском заливе, морях Средиземноморского бассейна, на побережье Индии, Китая, Шри-Ланки, Африки и Австралии.

Всего в мире насчитывается около 130 тысяч видов моллюсков, которые подразделяются на 8 классов. Из них самые массовые брюхоногие — 105 тысяч видов и двустворчатые — 25–30 тысяч. Они-то и вырабатывают перламутр, а изредка — жемчуг.

### Проделки слонов, пахнущих жасмином

Перламутр не зря называли матерью жемчуга. Это основной строительный материал еще для одного шедевра — жемчуга. Право считаться первоисточником такого названия оспаривают несколько языков: китайский («гончу»), монгольский («чжень-джу»), арабский («зеньчуг»), татарский («зеньджу»). В Индии его называют «маньяра» — бутон цветка. В Грецию жемчуг попал с Индийского океана и называется здесь «маргарон», от распространенного в восточных языках названия одного из его видов «марджан». В Англии, Франции и Германии жемчуг называют «перлом», от латинского «перна» — разновидность раковин (пинна), его производящих. На Руси до XI–XII вв. жемчуг называли «бурмитское» или

«гурмыжское» зерно (завезенное из города Ормузда). Лишь в XVIII в. в русском языке появилось старофранцузское слово «перл».

В начале нашей эры римский историк и географ Плиний Старший по ценности размещал жемчуг между алмазом и изумрудом. Одну из первых гипотез о природе и механизме рождения этого самоцвета предложил индийский поэт Калидаса (V в.) в поэме «Малявика и Агнимитра». Согласно его лирическому предположению, перл возникает в темноте на дне моря в теле моллюска-жемчужницы из дождевой капли, которую он поймал своими створками, всплыв к поверхности послужит звон дождя.

*Достигнет совершенства мастерство,  
Когда учитель передаст его  
Ученику, все тайны раскрывая.  
Скажи — не так ли капля дождевая  
Преобразится в жемчуг дорогой,  
Лишь в раковине заблестит морской!*

У жителей Аравийского полуострова тоже были предания о подобных действиях жемчужниц. Созвучен с этими легендами и вывод армянского историка XVII в. Аракела Таврижеци. В книге геолога Б.И.Сребродольского «Жемчуг» приводится цитата из Аракела: «Жемчужные устрицы, подобно рыбам, мечут семя в море, отчего происходит и перламутр. Когда в мае идут дожди, устрицы всплывают на поверхность воды и греются, а на ночь снова отправляются в море. Так они делают 40 дней (заглатывают каплю дождя. — Д. Ф.), и тогда только образуются жемчужины».

Ну как тут не восхититься фантазией и гениальным даром экологического предвидения древних авторов! Ведь сегодня в Черном море, в районе Севастополя, очень часто находят мидий с жемчужинами, тоже сформированными моллюском вокруг капли, но не дождя, а мазута.

Близкие к этим представлениям о природе жемчуга были у летописца эпопеи открытия и разорения испанцами вестиндийских островов, священника Бартоломе де Лас Касаса. Он писал: «В опре-



10  
Стромбус





деленное время года, когда они (моллюски. — *Д.Ф.*) ощутили стремление зачать, они выплывают на пляж и открывают свои раковины. Они ждут, чтобы роса ниспала на них, точно так, как будто они ждут появления жениха. Потом небесная влага орошает их и оплодотворяет. И вот рождаются дети и отличаются они друг от друга видом выпавшей росы. Если она была чистая — жемчужины вырастают белыми, а если была мутная — жемчужины получаются коричневыми или совсем темными. Наиболее плодотворная роса предрассветная или ранним утром, она окрашивает жемчужины в изумительный белый цвет. И чем позже в течение дня выпадает роса (бывает, что она появляется только во второй половине дня или вечером), тем темнее будут жемчужины».

К более абстрактным объяснениям природы перла относится мнение древних индийских ученых из сочинения «Ратнапарикша» о том, что он произошел от группы животных: слона, кабана, рыбы, змеи и устрицы, после того как к ней присоединилось облако. Средневековый ученый-минералог Наср ибн Якуб ибн Динавари из Багдада даже назвал породу таких слонов, прячущих на лбу жемчужины, — «пахнущие жасмином».

Наконец, по народным приметам жемчуг в северных реках России всегда искали там, куда заходит царская рыба — семга. В ее жабрах якобы он и зарождается. После нескольких лет жизни в море рыба возвращается в родную реку и опускает выношенную таким образом «жемчужную искру» в самую красивую раскрытую раковину. Удивительно, но сегодня ареал обитания жемчужниц в реках Северо-Запада России совпадает с ареалом форели и, так же как у нее, ограничен реками, где среда не щелочная.

Только в 50-х годах XVII века ученые, наконец, установили, что жемчуг рождается в теле или в раковине моллюсков вокруг инородных твердых тел и создает его само животное. Однако вера в легенды оказалась настолько твердой, что, несмотря на это открытие, вплоть до 1900 года многие исследователи продолжали считать жемчужины капельками дождя или икринками, «зацементированными» в моллюске.

В действительности механизм образования, химический состав и структура перламутра и жемчуга почти одинаковы. Отличия состоят лишь в том, что в первом случае арагонитово-конхиолиновое покрытие формируется на внутренней стенке раковины, а во втором — обволакивает непрошеного гостя, оказавшегося случайно между

мантией и раковиной или в теле моллюска. Кроме того, жемчуг в среднем содержит несколько меньше, чем перламутр, карбоната кальция (86%) и больше (до 12%) конхиолина.

Песчинка, обломок раковины, мелкий паразит (клещ, глист) заключаются моллюском в мешочек из эктодермы — наружного слоя мантии, в который и выделяются составляющие перламутр компоненты. Если такой карцер располагается на краю раковины, то в нем растет раковинный жемчуг (блистер) — неправильной формы жемчужина, тесно связанная с раковиной. Если же он оказался в теле моллюска — получается высококачественная, свободно лежащая круглая жемчужина. В случае внедрения в мускул-замыкатель моллюска — образуется мускульный жемчуг в форме капли, груши или других причудливых очертаний. А в 1874 году в устрице, выловленной у восточного побережья Австралии, обнаружили 9 круглых жемчужин, сросшихся в форме креста длиной 4 см.

Речной жемчуг правильной округлой формы на Руси ценили очень высоко и называли скатным, или «скатнем», так как он «на блюдечке катится, не стоит на месте». При этом крупные жемчужины размером с горошину назывались «каргапочками», мелкие — «семьей», а круглые неокатанные горошины — «рыжиками». Кроме того, жемчуг, который «величиной бывает против вишен», в словаре 1790 года назван «вишневым».

Овальные жемчужины длиной более 6 мм на Русском Севере прозвали «огурцами», полусферические — «плашками», продолговатые — «цилиндрами», неправильной формы — «рогатыми». Впрочем, с XVI века рогатые уродцы мускульного жемчуга во всем мире стали называть «жемчуг барокко».

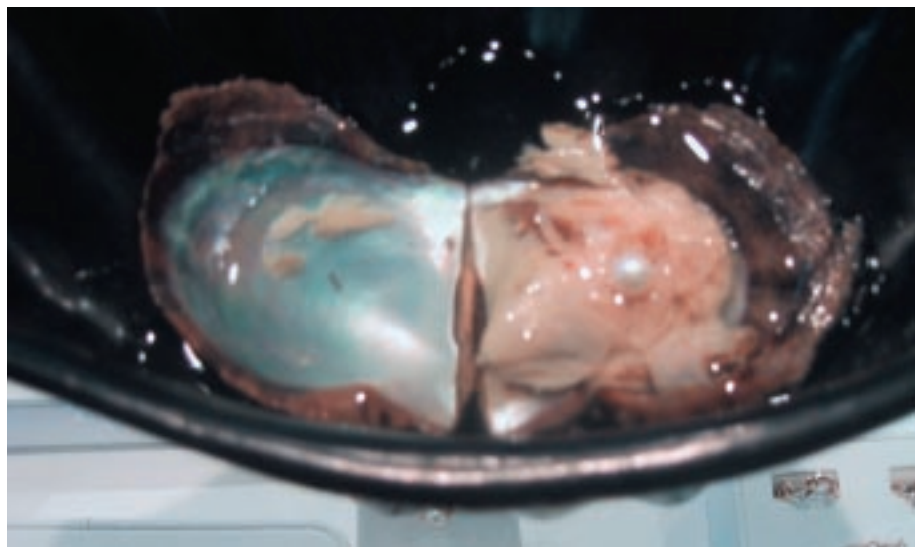


## ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

### Золотозубые моллюски

Жемчужина размером с горошину и весом 1–4 карата (1 карат = 4 грана = 200 мг) растет в раковине моллюска 7–12 лет. В первый год развития она увеличивается в диаметре в среднем на 2,3 мм, а затем ее рост составляет 0,38 мм в год. При этом морская жемчужина толстеет в два раза быстрее, чем речная. По массе одного зерна жемчуг делят на три группы: до 50 мг, до 200 мг и более 200 мг. Наиболее распространены жемчужины второй группы — их средний диаметр составляет 0,3–0,6 см.

Самую крупную жемчужину в мире родил гигантский моллюск тридакна. Она весит 6,35 кг, имеет длину 24 см, поперечник 14 см, а выловлена в 1934 году в Южно-Китайском море у острова Палаван (Филиппины). За сходство с головой магометанина в чалме ее прозвали «Жемчужина Аллаха», но никакой ценности, кроме научной, этот монстр не представляет, так как лишен перламутрового блеска. Испанские короли владели крупными жемчужинами в 126 и 134 карата, а в 60-х годах прошлого века на Черном море в Феодосийской бухте нашли мидию, в теле которой было 133 жемчужины размером 3,2–5,2 мм, весивших от 70 до 130 мг (0,35–0,65 карат). Перечень имен гигантских жемчужин, история их судеб и судеб их





владельцев пока ждет своего автора.

Цвет жемчужины зависит как от района ее рождения — примеси химических элементов в морской воде, так и от вида моллюска-родителя и положения перла в его теле — цвета органического вещества, вырабатываемого животным. В Персидском заливе, например, они имеют кремовый оттенок, у берегов Шри-Ланки — бледно-розовые, в Австралии — серебристо-белые, золотистые и белые, в Мексике — красно-коричневые и черные, в Индии — ярко-розовые с волнистыми линиями, в Японии — зеленоватые.

Самый ценный восточный перл «благородного» цвета пасмурного неба — поистине жемчужно-серого, с розовыми и голубыми переливами — дают различные виды двустворчатого моллюска рода пенктада, родственника устриц. Одни из них обитают у северо-западных берегов Австралии и у берегов Малаккского полуострова, другие — заселяют побережье Красного моря, Персидского залива, Шри-Ланки и Новой Гвинеи. Представители этого рода успешно производят редчайший черный жемчуг в Калифорнийском заливе и у берегов Австралии, а их сородичи радуют своими творениями жителей Японии. Не менее ценный продукт порождают крупные устрицы рода мелиагрина, обитающие вдоль побережья Мадагаскара, Шри-Ланки, Австралии, Таити, Центральной Америки, Венесуэлы.

Всемирно известен благородный двустворчатый моллюск пинна, прозванный «морская ветчина» за сходство по форме с окороком. Он образует черный жемчуг в Калифорнийском заливе. Кроме того, из его полутораметровых раковин, стоящих торчком на дне, получают разноцветные оранжевые, зеленые, коричневые жемчужины в других районах Атлантического и Тихого океана, Средиземном море.

Гигантская тридакна весом до 250 кг в Индийском океане и в западной части Тихого — в «царстве тридакн» на Большом Коралловом рифе, создает молочно-белые до розовых (благодаря примеси марганца в воде) жемчужины-клям. Жемчуг моллюсков рода митилиус (мидии) и пектен (морской гребешок) — зеленоватый и сиреневый по оттенку, маллеус, или «морской молоток», дает бронзовый жемчуг, жемчужины венуса фиолетовые, а моллюски рода плакуна производят перлы от свинцово-серого до красновато-черного цвета.

Брюхоногие моллюски не отстают от своих двустворчатых соплеменников. Так, гигантский стромбус (лат. —

«великанье ухо»), обитающий от Флориды и Багам до северного побережья Южной Америки, дает розовый жемчуг овальной формы. Кроме того, на Багамских островах его мясо считается эликсиром молодости — это, впрочем, понятно, ведь пища тамошнего населения бедна белком.

Известный всем халиотис («морское ушко»), распространенный в Тихом океане у берегов Америки, Азии (Японии, Камчатки, Южного Сахали-



на), Австралии, а также у восточных берегов Африки в Индийском и у берегов Европы в Атлантическом океане, рождает блестящий зеленоватосиний жемчуг абалон (от названия вида моллюска). Не менее яркий жемчуг, но розового цвета находят в пирамидальных раковинах моллюсков рода турбо, обитающих у берегов Юго-Восточной Азии, Австралии и Новой Гвинеи, и рода трохус, живущих в Индийском океане и смежных с ним областях Тихого.

## Блеск «рыбьих глаз»

В Древнем Риме новобрачных связывали жемчужным ожерельем — символом верности. Правители империй всего древнего мира и нового украшали перлами все, что только было возможно, особенно дам. У жены индийского императора Джахангира была даже кровать с жемчужными стойками шириной в пядь — 17,78 см.

При покорении Мексики Эрнан Кортес находил в храмах целые комнаты, заполненные жемчугом, и множество гигантских каменных идолов, покрытых этим самоцветом.

Жемчуг ценили и на Руси. Переяславская летопись (X в.) сообщает, что древлянский князь Мал, убив сына князя Олега (основателя Киевской Руси) Игоря, мечтал во сне, что жена убиенного княгиня Ольга одарит его шитой жемчугом одеждой в знак прощения. Как известно, Ольга вместо прощения сожгла дотла столицу древлян Искоростень.

В связи с таким преклонением и трепетом власть имущих перед жемчугом восхищает тот факт, что еще совсем недавно женщины Русского Севера расшивали жемчугом простую повседневную одежду, а жители Филиппин и других островов Тихого океана делают это и сегодня.

4000 лет назад в Шумерском царстве жемчуг называли «рыбьими глазами», а «жемчужные россыпи» современного острова Бахрейн в Персидском заливе описывал еще Плиний Старший в начале новой эры. Жемчужные банки Цейлона также были известны с давних пор — 2500 лет назад.

Сегодня исследователи жемчуга выделяют в Индийском океане три основных района жемчужного промысла. Самый древний — Манарский залив, воды которого омывают южную оконечность Индостана. Основным поставщиком жемчуга в Европу с античных времен считался второй район его добычи — Персидский залив, называвшийся тогда жемчужным. В третьем районе, у острова Сокотра (того самого, который захватил Александр Македонский) и на побережье Аденского залива Аравийского моря, добывают редкий черный жемчуг. При этом ловец, зажав нос прищепкой «фаттам» из коровьего рога, ныряет на глубину до 12–15 «ба» (от арабского «раскрытые руки» — мера длины) за «мусликом» — раковиной, чтобы затем извлечь из нее «лулу» — жемчужину.

В водах Австралии жемчуг добывают с 1868 года. С 1878 года промы-

сел сосредоточился у острова Терсди в Торресовом проливе, а сейчас его центрами стали побережье Квинсленда, Западной и Северной Австралии. Добыча в Тихом океане ведется также на островах Полинезии, Филиппинах и Вьетнама (острова Катба и Фукум).

В Атлантике промысловым центром жемчуга считают остров Маргарита в Карибском море, принадлежащий Венесуэле. Этот остров открыл, но не посетил Христофор Колумб в августе 1498 года, в начале своего третьего плавания в Новый Свет. Ничего не подозревая о сокровищах, хранящихся на дне прибрежных отмелей острова, из чисто политических соображений мореплаватель назвал его в честь невестки испанских монархов Маргариты Габсбургской — Маргарита (по-испански «жемчужина»). И надо же такому случиться, что всегда осторожный в разглашении своих маршрутов Колумб на этот раз к докладу королю приложил карту третьего плавания с открытыми островами. Значительно раньше, чем эта карта оказалась в руках у короля, ее увидел министр колоний Испании Хуан Родригес де Фонсеки и немедленно передал копию своему племяннику Алонсо де Охеде. На следующий же



год благодарный родственник, не поленившийся высадиться на острове Маргарита, обеспечил себя и дядюшку мешками черного жемчуга, а Европу — знаниями о сокровищах южноамериканского побережья, не уступающих по ценности золоту. Кстати, испанцы не утруждали себя добычей перлов, а полностью «доверили» ее местным индейцам, которые вскоре все вымерли, до изнеможения ныряя за раковинами.

Не меньшие сокровища были найдены в водах Калифорнийского залива испанцем Ортуньо Хименесом, который в 1533 году первым бросил здесь якорь. Возможно, по этой причине он и назвал открытый затем полуостров — Калифорния («Царский»). Однако наладить промысел жемчуга в заливе пришлось только два года

спустя в 1535 году завоевателю Мексики Кортесу, так как туземцы убили первооткрывателя во время его высадки еще в одном жемчужном эльдорадо — в заливе Ла-Пас на юго-восточном побережье полуострова Калифорния. По иронии судьбы в 1908 году вблизи от этого места (город Ла-Пас в Мексике), на острове Эспириту-Санту в Калифорнийском заливе, начали промысливать редчайший черный жемчуг.

Издравле норвежские королевы носили ожерелья из «гиперборейского» черного жемчуга, который раньше промыслили в реках Кольского полуострова. В XVI–XVII веках крупный речной жемчуг добывали в России в «стране Двинской» — в бассейне Северной Двины, на реках Великого Новгорода, в озере Ильмень. Из него изготовляли уникальные ожерелья. Вероятно, этот промысел вели и раньше, так как, по сообщениям барона Гакстаузена, путешествовавшего по России в XIX веке, в Троицкой лавре «жемчугу больше, чем во всей остальной Европе». Тем не менее новгородские купцы в XVI веке предпочитали ездить в далекую Кафу (Феодосию) и покупать здесь «кафимские зерна» — жемчуг, славившийся в русском ювелирном деле. В том, что он был черноморского происхождения, многие ученые сомневаются, поскольку в первом «Уставе Кафы» 1290 года наряду с упоминанием о рыболовном и устричном промысле нет ни слова о таком важном местном товаре. Полагают, что «кафимский» жемчуг попадал в Крым с побережья Персидского залива, а также с Цейлона и из Индии.

Любопытно, что к промыслу жемчуга на Руси относились очень почтительно. Перед его началом ловцы жемчуга ходили в баню, передевались в чистую одежду, исповедовались в церкви, воздерживались от ругани. В 1721 году Берг-коллегия (Горное ведомство), созданная Петром I для природоохранных целей, издала специальный указ и разработала меры по рационализации промысла жемчуга. Тем не менее к 1870

году он практически прекратился — жемчужниц почти не осталось.

Сегодня ситуация выглядит не настолько плохо. Больше всего раковин-жемчужниц ученые насчитали в главной артерии Кольского полуострова — реке Варзуга (20 млн. штук), а общие запасы пресноводной жемчужницы в реках Северо-Запада России в конце XX века достигли 33,8 млн. экземпляров, хотя в начале того же века их считывалось в десять раз меньше.

В заключение с грустью хочется заметить, что, как бы красивы ни были жемчужины, они, увы, недолговечны. Максимальный срок блеска перла — 150–200 лет, а реальный — 30–50. Конхиолин постепенно высыхает, и жемчуг стареет, а потом умирает — превращается в белый порошок, смесь извести с остатками органического вещества. Впрочем, иногда жизнь жемчужин удается продлить. Жемчужины с посоха Ивана Грозного, например, удалось «вылечить»: их отправили в Карелию, и там, следуя народному поверью, непорочная девушка 101 раз на восходе солнца купалась с ними в местной реке Кереть. Ее воды, обладая повышенной кислотностью, омолодили конхиолиновый слой жемчуга. Впрочем, для выполнения подобной операции индийские факиры поступали значительно проще. Они давали склевывать потускневшие жемчужины домашней птице. Под влиянием кислоты желудочного сока перл быстро оживал.

#### Что еще почитать о жемчуге

Буруковский Р.Н. О чем поют ракушки. Калининградское книжное издательство, 1977. Жизнь животных (ред. Л.А.Зенкевич). М.: Просвещение, 1968. Т. 1. Соболевский В.И. Замечательные минералы. М.: Просвещение, 1983. Сребродольский Б.И. Биологическая минералогия. Киев: Наукова думка, 1983. Сребродольский Б.И. Жемчуг. М.: Наука, 1985. Супрычев В.А. Сказание о камне самоцвете. Самоцветы Украины. Киев: Реклама, 1975. Самые красивые. Морские животные. Энциклопедия для школьников. М.: Аванта, 2002.

Из книги Д.Я.Фащука  
«Мировой океан: прибрежная зона,  
внутренние моря, человек»



#### ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ



# Разные разности

Выпуск подготовили

О.Баклицкая,  
М.Егорова,  
А.Ефремкин,  
Е.Сутоцкая

**Х**имики уже не первое десятилетие играют с кольцевыми молекулами, пытаются составить из них что-нибудь замысловатое. Начали они с простого: связали два кольца, зацепив одно за другое, потом сделали цепь из пяти звеньев. И вот недавно ученые из Калифорнийского института наносистем в Лос-Анджелесе изготовили кольца Борромео — три кольца, соединенных так, что при разрыве одного из них освобождаются и оба других.

В христианской иконографии эта фигура символизировала Святую Троицу, а в скандинавской мифологии — сердце великана. Название она получила в XV веке от тосканского рода Борромео, на гербе которого была изображена.

Ученых вдохновила на нелегкий труд не только надежда на использование хитроумной конструкции, но и ее красота. Впрочем, специалисты считают, что подобные кольца могут стать самыми маленькими молекулярными переключателями. Важен и приобретенный опыт, который позволит создавать другие кольцевые структуры.

Команда Ф.Стодарта решила строить колечки не по одному, а использовала ионы цинка, чтобы заставить соединиться три компонента. В результате получили кольца Борромео диаметром 2,5 нанометра, с внутренней полостью, заполненной 12 атомами кислорода. Соединение образуется само по себе, оно более стабильно, чем любое подобное. При проектировании не последнюю роль сыграло компьютерное моделирование, которое позволило совершенно точно предсказать положение каждого атома.

Тем временем группа исследователей из университета Гутенберга в Германии объявила о создании двух молекул из четырех взаимосвязанных колец каждая. Практическое применение таких структур — дело далекого будущего («New Scientist», 2004, 28 мая).



**Б**актерии *Lactobacillus*, населяющие рот человека, способны предохранять новорожденных от вируса иммунодефицита человека, который может передаваться им с молоком зараженных матерей. На это надеются ученые после лабораторных опытов Л.Тао и его коллег из Иллинойского университета в Чикаго.

Лактобактерии связывают молекулы одного из сахаров — маннозы. Они проделывают это и тогда, когда манноза входит в состав полимеров, например в гликопротеин gp120 из оболочки вируса иммунодефицита. Исследователи выделили 170 образцов *Lactobacillus* и посмотрели, насколько хорошо им это удается. Те разновидности бактерий, которые наиболее прочно связывали сахара, лучше всего приклеивались к гликопротеину семи штаммов ВИЧ.

Все это, по мнению авторов работы, весьма обнадеживает. Во рту и кишечнике малыша бактерия будет захватывать вирус, не давая ему заражать клетки. Методику уже опробовали на культуре клеток человека. Лучшие образцы *Lactobacillus* снизили уровень заражения на 99%. Следующий шаг — тестирование на животных.

Ученые уверены, что побочных эффектов у нового метода будет немного, так как лактобактерии не болезнетворны. Рассчитывают, что они действуют против большинства штаммов вируса, поскольку распознают углеводную часть его оболочки, а не белковую, подверженную частым мутациям.

Метод обещает быть дешевым. Достаточно один раз дать ребенку недорогой препарат бактерий, а дальше они будут жить в кишечнике сами по себе. Параллельно можно вести лечение или профилактику медикаментами.

Однако этот способ может и не сработать в организме человека. В нашей слюне уже нашли фермент, способный обезвреживать ВИЧ — но только в лабораторных тестах. В жизни все сложнее, чем в опытах («New Scientist», 2004, 26 мая).



**И**нфракрасный телескоп «Spitzer», запущенный в космос менее года назад, исследовал излучение от пяти звезд в созвездии Тельца, на расстоянии около 420 световых лет от Земли. Телескоп видит пылевые диски вокруг таких звезд по их характерному широкому спектру излучения с небольшими провалами. (Они образуются из-за поглощения части света пылью, покрытой льдом.) У одной из звезд, CoKu Tau 4, провал в спектре был необычным. Ученые решили, что вокруг звезды образуется планета.

«Первые результаты показывают, что телескоп «Spitzer» значительно расширит наши представления о том, как образуются звезды и планеты», — считает М.Вернер из НАСА.

Звезде CoKu Tau 4, по подсчетам ученых, около миллиона лет. Планета, следовательно, еще моложе, она переживает самые первые ступени развития. Сравните это с возрастом Земли, которой больше 4,5 миллиардов лет! Астрофизикам еще предстоит понять, почему предполагаемая планета такая юная. Общепринятая теория на этот счет молчит.

Чувствительный телескоп обнаружил большое количество органических веществ, разбрызганных по всей зоне строительства планет в пылевых дисках вокруг звезд. Эти материалы — ледяные пылевые частички, покрытые водой, метанолом и углекислотой, — помогут ученым разобраться в природе больших ледяных тел — комет. Именно они могли когда-то принести на Землю первые органические молекулы, кирпичики будущей жизни («SpaceRef», 2004, 27 мая; <http://www.spitzer.caltech.edu>).





**О**чередную гипотезу о местоположении Атлантиды предлагает Р.Кюне из университета в Вуппертале (Германия). Он считает, что Платон имел в виду не остров, а область на юге Испании, которая не исчезла в океане, а была разрушена наводнением между 800 и 500 годами до н. э.

К такому выводу ученый пришел, проанализировав сделанные со спутника снимки соляных болот недалеко от города Кадис. На них хорошо видны два прямоугольника и остатки концентрических колец, которые окружали их.

В «Диалогах» Платон говорит об острове диаметром 925 метров, окруженном несколькими кольцами — земляными и водными. Именно они, по мнению немецкого исследователя, и видны на снимках. Их размеры несколько больше, чем у Платона. Возможно, он недооценил величину острова, либо единица измерения длины, стадий, была у греков на 20% больше, чем принято считать. Если верно последнее, то размеры одной из прямоугольных структур на снимках полностью совпадают с размерами Серебряного храма Посейдона, как его описал Платон. Что до второго прямоугольника, он может быть остатками Золотого храма. Равнина, которая была на Атлантиде, соответствует той, что простирается между Севильей и южным побережьем Испании, а гора — это современная Сьерра-Морена или Сьерра-Невада. Философ сообщал, что Атлантида богата медью, и этот металл в изобилии встречается в рудниках Сьерры-Морены.

Кюне считает, что война между Атлантидой и Египтом — это нападение в XII веке до н. э. на Египет, Кипр и Левант загадочных «народов моря». Скорее всего, то были жители Атлантиды.

Для подтверждения гипотезы нужно начать раскопки, но пока это невозможно — «остров» находится в национальном парке Донана («BBC News», 2004, 6 июня).



**Б**иохимик Х.Хеллинга и его коллеги из Медицинского центра Университета Дюка смоделировали, а затем синтезировали белок, чувствительный к пинаколилметил-фосфоновой кислоте (ПМФК). По химической структуре она похожа на нервно-паралитический газ зоман, только не такая токсичная.

Ученые использовали тот же подход, что и для создания детекторов глюкозы, лактозы, тола и серотонина. Они взяли белок — рецептор кишечной палочки, помогающий бактерии находить питательные вещества. В нем есть участок, способный связывать молекулы одного единственного вещества. В лаборатории Хеллинга придумали, как изменить структуру белка, чтобы он связывал другое вещество. Из множества возможных мутаций выбрали несколько, затем белки синтезировали и тестировали. В результате удалось найти белок, эффективно связывающий ПМФК. К нему присоединили флуоресцирующую молекулу. Осталось сделать простой прибор, который будет следить за свечением белка, сигнализируя о появлении ядовитого газа.

Использование компьютера очень ускорило работу. Для расчета структуры белка требуется не больше дня, и еще неделя — на создание белка, поэтому всего за несколько недель можно разработать новый детектор для определенного химического вещества. Теперь Хеллинга планирует автоматизировать лабораторию и производить белки в больших количествах.

Так можно будет разработать белки-детекторы для зомана, а также для зарина и других ядовитых веществ. Эти детекторы пригодятся для датчиков в системах раннего обнаружения химического оружия и при контроле его дезактивации. Детектор в состоянии не только определить присутствие ядовитого газа, но и постоянно сообщать о его концентрации («EurekaAlert!», 2004, 3 июня).



**И**сследователи из Торонтского университета и Геологического общества Канады изучали остатки 250-километрового кратера в Садбери (провинция Онтарио), известного как Вулканический комплекс Садбери. Кратер образовался 1,8 миллиарда лет назад, когда на нашу планету упал метеорит размером с Эверест. Метеорит глубоко вошел в верхний слой земной коры, толщина которого достигает 35 км, и разворотил его так, что бывшие поверхностные пласты оказались похороненными под несколькими километрами расплавленных пород, выброшенных из глубины.

До сих пор было мало доказательств того, что метеорит в состоянии пробить верхний слой коры и изменить его состав. По словам Д.Мангалла, профессора геологии из Торонтского университета, не находила поддержки и теория о том, что в результате очень сильного удара часть нижнего слоя земной коры вырывается наверх.

Авторы работы утверждают, что Вулканический комплекс Садбери преимущественно состоит из нижнего слоя земной коры, расплавившегося при столкновении, а не из смеси разных слоев, как считалось ранее. Почва здесь богата иридием, очень редким металлом, который раньше находили только в мантии Земли или метеоритах. Но поскольку содержание магния и никеля в этом районе невелико, иридий принес, скорее всего, метеорит.

Ученые предполагают, что скорость метеорита была больше 40 км/с и почти 27 тысяч кубических километров земной поверхности расплавились. «От удара образовался котлован, глубина которого достигала основания земной коры, сам же метеорит, вероятно, испарился», — говорит Мангалл. Столб пыли от камней, обогащенных иридием, поднялся на поверхность, где и осел (Пресс-релиз University of Toronto, 2004, 4 июня).



**В**озможно, уже 2500 лет назад китайцы делали ювелирные изделия с помощью станка — об этом свидетельствует нефритовое кольцо с изображением спирали Архимеда. Его обнаружили в могилах 771–475 годов до н. э.

Первый простой механизм на основе вращательного движения — гончарный круг — появился примерно 5000 лет назад. Прошло немало времени, прежде чем были созданы более сложные станки, преобразующие вращательное движение в поступательное. Полагают, что первый подобный механизм использовали для передвижения кораблей в Сиракузах и создал его Архимед в третьем веке до н. э. Полное описание механизма сделал Герон Александрийский два века спустя.

Считается, что древнейшие нефритовые кольца китайцы вырезали вручную. Однако археолог П.Лю, выпускник Гарвардского университета, полагает, что найденное кольцо со спиралью мастер изготовил с помощью специального станка. Для подтверждения своей гипотезы ученый собрал из старого проигрывателя машинку для рисования спиралей. Он обмотал шнур вокруг оси проигрывателя и прикрепил его концы к длинному стержню. Закрепленный в держателях, стержень мог двигаться только к центру и от него, но не в стороны. К стержню крепилась игла. При ее движении столик проигрывателя поворачивался, а игла рисовала спираль.

Может быть, у китайцев и не было таких станков, но доказательств Лю убедительны. Все спирали на кольце очень точно повторяют архимедову спираль, а их начала сходятся в центре кольца. К тому же спирали на нефрите начерчены гораздо более аккуратно, чем другие рисунки.

Находку датируют примерно 552 годом до н. э., более ранних колец со спиралью еще не нашли. Правда, Лю считает, что их просто не искали («New Scientist», 2004, 10 июня).







*В этом номере, заканчивая представление книги известного на Западе врача-писателя Оливера Сакса, издание которой в переводе Григория Хасина готовится в России, мы публикуем главу об еще одном редчайшем, почти фантастическом случае из истории медицины — близнецах-мнемонистах, то есть людях-«запоминателях». Редакционные комментарии и пояснения специальных медицинских терминов (они по тексту отмечены цифрами) — см. в конце статьи.*

Окончание. Начало — в № 7. Публикуется в сокращении.

**К**огда в 1966 году в моей больнице я впервые увидел этих близнецов, Джона и Майкла, они уже были знамениты: их приглашали на радио и телевидение, о них писали в академических и популярных изданиях.

К тому времени Близнецам\* исполнилось двадцать шесть лет. С семи лет их содержали в различных лечебных учреждениях с диагнозами от психоза и аутизма<sup>1</sup> до тяжелой умственной отсталости. В конце концов большинство наблюдавших за ними специалистов пришли к выводу, что Джон и Майкл — заурядные *idiots savants* — «ученые идиоты», чьи таланты ограничиваются редкой

\* Чтобы читатель не путал данную пару близнецов с другими близнецами, здесь и в дальнейшем это слово пишется с большой буквы. (Примеч. ред.)



# Близнецы



Оливер Сакс

КНИГИ

требует не эксперимента, а контакта. Нужно по-человечески, спокойно и непредубежденно наблюдать за Близнецами, нужно дать открыться их особой реальности. Тогда станет ясно: ты имеешь дело с фундаментальными силами мироздания, с огромной вселенской тайной, на разгадку которой лично мне не хватило всех восемнадцати лет нашего знакомства.

**И**так, присмотримся к ним повнимательнее. С первого взгляда они и впрямь кажутся невзрачными: эдакие гротескные Траляля и Труляля — неотличимые, зеркальные отражения друг друга. Одинаковы их лица, жесты, характеры и мысли, одинаковы и внешние проявления их патологии. Оба малорослые, с отталкивающе-непропорциональными головами и руками, с ненормально высоким подъемом стопы, с «волчьей пастью» и монотонно-скрипучими голосами, с бесконечными тиками и причудами поведения, с такой сильной близорукостью, что толстые стекла очков искажают их взгляд, придавая им вид нелепых профессор-лилипутов, которые постоянно на что-то таращатся<sup>2</sup>. Общее впечатление усиливается, если Близнецов экзаменовать или позволить им, как марионеткам, исполнить один из своих коронных «номеров».

Материал в этих случаях (в прессе или на телевидении) был заигран до дыр: Близнецы просят дать им любую дату в пределах прошлых или будущих сорока тысяч лет — и почти моментально говорят, на какой день недели приходится названное число. «Еще дату!» — кричат они, и трюк повторяется. То есть они спокойно оперировали во временном пространстве, обнимающем 80 тысяч лет.

Но вот любопытная подробность, о которой редко пишут в отчетах: когда Близнецы проделывают свои фокусы, можно заметить, что их глаза совершают особые движения, а затем фиксируются — так, словно они, Джон и Майкл, разворачивают и изучают в уме карту местности или вообразимый календарь. Кажется, что они действительно просматривают проходящую перед ними череду зрительных образов, хотя, согласно выводам исследо-

документальной памятью на мельчайшие зрительные детали, а также умением, пользуясь хитрым подсознательным алгоритмом, моментально вычислять, на какой день недели падает дата из далекого прошлого или будущего. Такое же мнение о Близнецах выразил американский психолог Стивенс Смит в своем ярком и всестороннем труде «Великие счетчики» (1983). Насколько мне известно, с середины 60-х Джоном и Майклом больше не занимались: навешенный ярлык будто бы

разрешил загадку и интерес к ним вскоре угас.

**О**днако я полагаю, что произошла ошибка — ошибка в трактовке этого редчайшего медицинского случая, или, если угодно, природного феномена.

Не отказавшись от идеи тестировать Близнецов и не перестав относиться к ним как к подопытным кроликам, наличие глубин заподозрить просто невозможно. Подлинное понимание



## С их стола упал коробок спичек, и его содержимое рассыпалось по полу. «Сто одиннадцать!» — одновременно закричали оба близнеца

вателей, тут у Джона и Майкла имеет место голое вычисление.

Так что это: «зрительное» или «голое»?

Наши Близнецы обладают исключительной, возможно неограниченной памятью на числа. Они одинаково легко могут повторить трех-, тридцати- или трехсотзначное число. Это тоже принято приписывать наличию у них некоего «метода». Однако, если вдуматься, возникают вопросы. Вспомним: способности к вычислительным операциям — типичный конек всех арифметических гениев и людей-счетчиков (каждый из них использует свой уникальный алгоритм), но если протестировать эти способности у Близнецов, то выяснится, что вычисления даются им поразительно плохо, в полном соответствии с их IQ (коэффициентом умственного развития), равным 60\*. Складывают и вычитают они с ошибками, а умножения и деления вообще не понимают. Что же это такое: счетчики, не умеющие считать, не владеющие элементарной арифметикой?!

Известно, что даже один из величайших математиков и счетчиков — Карл Фридрих Гаусс испытывал трудности с алгоритмом определения даты Пасхи. Тогда как поверить, что, не владея простейшими арифметическими действиями, Близнецы могли разработать и успешно применять подобный алгоритм?

Если бы все дело было только в алгоритме, то Близнецы и вправду не представляли бы собой ничего особенного и таинственного. Доступные компьютерам вычислительные алгоритмы — чистая механика, и принадлежат они к области задач, а не тайн природы.

**И**тем не менее даже в некоторых «цирковых» трюках Близнецов есть нечто поразительное.

К примеру, Майкл и Джон могут описать погоду и события любого дня своей жизни, начиная с того времени, когда им было по четыре года. При этом их речь одновременно инфантильна, начисто лишена эмоций и ис-

\* IQ ниже 70 свидетельствует об умственной отсталости, или олигофрении. (Примеч. ред.)

ключительно подробна. Назовите им любую дату — и, повращав глазами и устремив взгляд в пространство, они примутся бесстрастно и монотонно описывать погоду, политические события и эпизоды своей собственной жизни того дня... Нередко в их рассказах упоминаются болезненные и мучительные происшествия детства, презрение и травля со стороны окружающих, но все это сообщается ровным тоном, без намека на внутреннюю оценку или чувство. Похоже, здесь действует чисто «документальная» память, без какого бы то ни было личного отношения, без всякого внутреннего соучастия.

Конечно, можно предположить, что эмоции вытеснены из памяти Близнецов в результате защитной реакции, свойственной обсессивному и шизоидному типам личности<sup>3</sup>, но гораздо вероятнее, что их воспоминания по самой своей природе документальны и бесстрастны. Отсутствие связи с личностью — ключевая характеристика подобного рода эйдетической памяти<sup>4</sup>.

Этот тип памяти, несмотря на незрелость и безликость больного, заслуживает дополнительного внимания из-за ее особых свойств. Прежде всего поражают колоссальные масштабы такой памяти (фактически беспредельной), а также сам способ извлечения воспоминаний. Если спросить Близнецов, как им удается удерживать в голове трехсотзначные числа и всяческие события, случившиеся в течение сорока лет их жизни, то они ответят просто: «Мы это видим». Вот эта визуализация<sup>5</sup> — визуализация необычайной интенсивности, не ограниченная во времени и абсолютно достоверная — и есть ключ к пониманию природы феномена Близнецов. Конечно, это врожденное нейрофизиологическое свойство их мозга. Близнецам доступна гигантская панорама, что-то вроде ландшафта или горного рельефа — пространство всего, что они когда-либо видели, слышали, думали и делали. В мгновение ока, лишь повращав зрачками, они могут обнаружить и разглядеть мысленным взором все, что находится в этом безмерном ландшафте.

Вот яркий пример. Однажды я увидел, как с их стола упал коробок спичек и его содержимое рассыпалось по полу. «Сто одиннадцать!» — одновре-

менно закричали оба, но затем Джон вдруг прошептал: «Тридцать семь». Майкл повторил это число, Джон произнес его в третий раз и смолк. Мне потребовалось некоторое время, чтобы пересчитать спички. Их оказалось ровно сто одиннадцать.

— Как вы могли сосчитать их так быстро? — спросил я и услышал в ответ:

— Мы не считали. Мы просто увидели, что их сто одиннадцать...

Подобные истории рассказывают о Захарии Дэйзе, числовом вундеркинде, который, взглянув на просыпавшуюся кучку горошин, немедленно восклицал «сто восемьдесят три» или «семьдесят девять». Будучи, как и Близнецы, недоразвит, он по мере сил объяснял, что не считает, а «видит» число горошин, причем сразу, мгновенно.

— А почему вы прошептали «тридцать семь» и повторили это три раза? — спросил я Близнецов.

— Тридцать семь, тридцать семь, тридцать семь — сто одиннадцать, — в один голос ответили они.

Это меня совсем уж озадачило. Их способность мгновенно видеть «сто одиннадцатность» была удивительна, но вдобавок они еще и разложили 111 на множители, причем без всякого метода, даже не зная, что это такое — множитель. К тому моменту я уже убедился, что они неспособны выполнять простейшие вычисления и не понимают умножения и деления. А теперь, прямо у меня на глазах, они вдруг разложили составное число на три равные части!

— Как вы это сделали?

Джон опять проговорил что-то про «увидели», а затем сделал неопределенный жест тремя растопыренными пальцами: то ли как они, Близнецы, разрезали число на три равные части, то ли что оно само по себе разделилось таким образом в результате некоего спонтанного числового распада...

Наблюдая, как Близнецы «рассматривают» события и даты, я уже понял, что они удерживают в памяти огромную ткань, гигантский, может быть, бесконечный ландшафт, в котором факты существуют не только по отдельности, но и в соотношении друг с другом. Возможно, удивительная способность Близнецов к визуализации позволяла им непосредственно видеть абстрактные связи и соотношения — как случайные, так и существенные. Если они были в состоянии мгновенно ухватить взглядом «стоодиннадцатность», то что мешало им усматривать чудовищно сложные созвездия и плеяды чисел — видеть, распознавать, соотносить и сравнивать их, причем только чувственным, неинтеллектуальным образом?

Какой нелепый и изнурительный дар!  
Но это была лишь малая толика их талантов.

**В** тот день я натолкнулся на Близнецов случайно. Таинственно улыбаясь, они сидели рядышком в состоянии какого-то странного покоя и блаженства. Стараясь их не спугнуть, я незаметно подкрался поближе и понял, что они погружены в некую особую, чисто числовую беседу: Джон называл шестизначное число, Майкл, кивнув, подхватывал его, улыбался и, казалась, пробовал на вкус, а затем сам отвечал шестизначным числом, которое Джон в свою очередь принимал с глубоким удовлетворением. Близнецы были похожи на двух знатоков вин, обнаруживших во время дегустации редкий букет и смаковавших его. Не замеченный ими, я сидел неподвижно, как зачарованный, пытаюсь понять, что же происходит.

Чем они занимались? Возможно, это была особого рода игра, но в ней угадывалась такая торжественность, такая спокойная, созерцательная и почти священная глубина, какой я никогда не встречал в обычных играх. Прежде мне всегда казалось, что эмоционально незрелые Близнецы к этому не способны... В общем, я записал все числа, которыми они обменивались. Я видел, что эти числа приводили их в восторг. Слившись в единое целое, Близнецы их странно перебирали и смаковали.

Скрывался ли в этих числах какой-либо реальный, универсальный смысл, думал я по дороге домой, или же они обладали только игровым, сугубо личным смыслом — например, когда братья и сестры изобретают себе секретный шуточный язык, свой код? Мне пришли на память пациенты А.Р.Лурии<sup>6</sup> Леша и Юра — однойцовые близнецы с повреждениями головного мозга и нарушениями речи. Лурия замечательно описывает, как они играли вдвоем, что-то лепеча на «птичьем», невнятном, им одним доступном наречии. Однако Джон и Майкл зашли еще дальше. Они не нуждались ни в словах, ни в полусловах — они просто перебрасывались числами.

Добравшись домой, я первым делом извлек из шкафа таблицы степеней, множителей, логарифмов и простых чисел — остатки того далекого и странного периода моего детства, когда я сам слегка помешался на числах, «видел» их и бредил ими. Возникшее у меня подозрение теперь подтвердилось. Все шестизначные числа, которыми обменивались Близнецы, были действительно *простыми* — то есть числами, которые без остатка делятся только на себя и на единицу.

Я задавал себе вопросы. Может быть, Близнецы где-то узнали о простых числах — к примеру, воспользовались такой же, как у меня, таблицей? Или же Майкл и Джон каким-то невообразимым образом действительно «*видели*» такие числа — так же, как видели 111 или три по 37? Но в любом случае вычислять простые числа Близнецы никак не могли: повторяю, они не были способны ни к каким вычислениям.

На следующий день я вернулся в больницу, прихватив с собой драгоценную таблицу. Близнецы снова были погружены в свое числовое общение. Сначала, заметив меня, они слегка растерялись, но, убедившись, что я не намерен им мешать, возобновили прежнюю игру с шестизначными числами.

Через несколько минут я рискнул назвать восьмизначное число (восьми!). Близнецы повернулись ко мне и замерли с видом глубокой сосредоточенности и некоторого сомнения. Пауза — самая длинная, которую я у них наблюдал, — продолжалась с полминуты. Вдруг оба одновременно заулыбались. Осуществив головокружительный процесс внутренней проверки, они увидели, что мое восьмизначное число оказалось простым. Это привело их в восторг, в двойной восторг: во-первых, я подарил им новую игрушку — простое число такого порядка, какого они раньше не встречали, — а во-вторых, догадались, что я понял и оценил их игру и принял в ней участие.

Они слегка подвинулись, освобождая мне место, и я уселся между ними — новый партнер, третий в их числовом мире. Джон, лидер в этой паре, надолго задумался. Это продолжалось минут пять. Я сидел едва дыша, боясь пошевелиться. Наконец Джон назвал девятизначное число. Майкл, подумав, ответил другим таким же. Наступила моя очередь, и я, тайком заглянув в таблицу, внес свой нечестный вклад — десятизначное число.

Опять тишина, еще более длительная, чем раньше, и вот Джон, после какого-то невероятного внутреннего созерцания, назвал двенадцатизначное число. Я не мог ни проверить его, ни назвать в ответ свое число, по-

скольку моя таблица (насколько мне было известно, единственная в своем роде) дальше десяти знаков не шла. Но то, перед чем спасовала таблица, Майклу оказалось вполне по плечу, хотя и заняло у него еще пять минут.

Через час Близнецы уже всюю обменивались двадцатизначными числами. Предполагаю, что они тоже были простыми, но проверить этого я не мог. Тогда, в 1966 году, такую проверку могли осуществить только самые мощные компьютеры, и то это было непросто, даже с помощью решета Эратосфена<sup>7</sup> или любого другого алгоритма. Прямого способа вычисления простых чисел такого порядка вообще не существует. И тем не менее Близнецы это делали.

**И**з окна своего кабинета в больнице я часто наблюдал за Близнецами — за их бесконечными числовыми играми, за числовым общением, сущность которого оставалась мне все-таки недоступна. Но, даже не зная, что происходило между ними, я был твердо уверен, что они имели дело с реальными свойствами числовых объектов, ибо случайные числа, да и вообще любая произвольность не доставляли им никакого удовольствия. В числах они искали смысл. Наверно, подобным образом музыканты ищут в звуках гармонию.

Что это? Вероятно, Близнецы пробуждают к жизни числовые существа и обитают в странных числовых пространствах; они свободно перемещаются по гигантским числовым ландшафтам. Драматурги чисел, они создают из них целую Вселенную. Их мышление не похоже ни на какое другое, и одна из самых странных его особенностей в том, что оно имеет дело только с числами. Однако Близнецы не оперируют числами, как машины, на основании инструкций, а видят их непосредственно: их числовая Вселенная представляет собой огромный природный театр, заполненный бесконечными персонажами. Я подозреваю, что слабоумные Близнецы слышали симфонию мира — но исключительно в числовой форме.

Душа гармонична независимо от показателя умственного развития, и



КНИГИ

для некоторых — например, для физиков и математиков — эта гармония главным образом интеллектуальна. Но я не могу представить себе никакой интеллектуальный объект, который не был бы одновременно чувственным; интересно, что английское слово *sense* означает одновременно и «смысл» (разум), и «чувство» (ощущение). Чувственный же объект, в свою очередь, не может не быть личностным, ибо нельзя чувствовать что-то не имеющее отношения к личности.

Близнецы, я думаю, не просто наделены необычными дарованиями — нет, в них существует особая восприимчивость к гармонии, сходная с музыкальным чувством. Эту восприимчивость можно по праву назвать пифагорейской<sup>8</sup> — и удивляться следует не тому, что она встречается, а тому, как редко это происходит. Повторяю, душа гармонична независимо от коэффициента умственного развития, и потребность найти и почувствовать высшую гармонию, высший порядок в любой доступной форме является, похоже, универсальным свойством разума, независимо от его мощности.

Но и это не все. Числа для Близнецов — не только божественные сущности, но и близкие друзья — возможно, единственные друзья в их отрезанном от нашей реальности мире. Такое отношение часто встречается среди числовых вундеркиндов. Числа становятся их близкими знакомыми и удостоиваются интуитивно-интимного «я тебя знаю!». Математик Вим Кляйн описал это так: «Числа — мои друзья. Возьмем 3844 — что вам это число? Для вас это просто три, восемь, четыре и четыре. А я говорю: «Привет, 62 в квадрате!»

Мне кажется, что с виду одинокие Близнецы живут в мире, полном друзей: у них есть миллионы, миллиарды приятелей, которым они говорят «Привет!» и которые, я уверен, откликаются на это приветствие. И ни одно из этих чисел для них не является результатом стандартных расчетов. Вряд ли тут вообще замешаны расчеты. Близнецам, как ангелам, доступно прямое знание. Они непосредственно усматривают арифметическую Вселенную, бескрайние небеса чисел.

Имеем ли мы право называть это патологией? Какой бы странной ни казалась нам такая способность, она — основа уникальной самодостаточности Близнецов и покоя их жизни. Разрушение этого фундамента может обернуться для них трагедией.

**Д**есять лет спустя произошло именно это — Близнецов разлучили.

Полные медицинского и социологического жаргона обоснования сообщали, что делается это «для их собственного блага», для предотвращения их «нездорового общения друг с другом», а также «чтобы дать им возможность, оказавшись лицом к лицу с миром... жить в нем в соответствии с мерками общества и установленным порядком». Произошло это в 1977 году, и все, что случилось потом, можно считать успехом, а можно и катастрофой.

Майкла и Джона разлучили, поместили в разные пансионаты и обеспечили неквалифицированной работой. Находясь под тщательным наблюдением, они с трудом зарабатывают на карманные расходы. Сейчас Близнецы в состоянии проехать на автобусе, если им дать билеты и подробные ука-

зания. Они способны поддерживать личную гигиену и по мере сил следить за своим внешним видом. Однако, несмотря на все это, их слабоумие и психические расстройства до сих пор различимы с первого взгляда.

Такова позитивная сторона принятых мер. Но есть и негативная. О ней не упоминают в историях болезни Близнецов: ведь ущерба, нанесенного им, вообще не признают. Лишившись «числового общения» и тем самым (главное) духовной связи друг с другом, Близнецы потеряли свои странные способности, а с ними — единственную радость и смысл жизни. Не сомневаюсь, что это сочтут у нас умеренной платой за суррогат независимости и возвращение в «лоно общества».

Конечно, то были не просто «способности», а личностная и эмоциональная основа всего существования Близнецов. Разлучившись и утратив ее, они духовно погибли.

**К**урт Гёдель<sup>9</sup> на самом общем уровне обсуждает, как числа, особенно простые, могут служить «метками» идей, людей, мест и так далее. Судя по всему, эта гёделевская маркировка есть промежуточный шаг к общей «арифметизации» и «нумерации» мира. Если предположить, что такая гипотеза верна, Близнецы и им подобные живут не в изолированном мире чисел, а — естественно и свободно — в реальном мире, лишь представленном в числовой форме. И когда к этой форме, к этому шифру удастся подобрать ключ, то числа становятся удивительным и точным языком для общения с обитателями этого мира.



## Ссылки и комментарии

1. Аутизм — в классическом понимании, погруженность в мир собственных переживаний. Как симптом выражается в замкнутости, закрытости, вплоть до нарушения контакта (иногда полного) с окружающими людьми; характерен для некоторых форм шизофрении и олигофрении (умственной отсталости).

2. Описанная автором клиническая картина несомненно указывает на то, что у Джона и Майкла — идентичных (монозиготных, однояйцевых) близнецов — полное совпадение (конкордантность) по множественным врожденным порокам развития: расщепление твердого нёба («волчья пасть»), низко-

ростость, диспропорция телосложения, сильная миопия (близорукость) и другие общие симптомы, в том числе касающиеся поведенческих и собственно психических особенностей, в частности низкий IQ и эмоциональная скудность.

3. Обсессивность — синоним синдрома навязчивости, когда человека периодически или постоянно преследуют определенные идеи или видения, от которых он не может отделаться месяцами или годами. В «мягких» случаях — это невроз, конкретно невроз навязчивых состояний, в тяжелых — прелюдия паранойальной формы шизофрении, когда формируется сверхцен-

ная идея, уже не коррегируемая ни собой (собственным критическим отношением), ни окружающими.

4. Эйдетическая память — то есть образная, следовая.

5. Визуализация, или внутренне зрение, — способность личности ориентироваться в собственном и внешнем мире преимущественно на основе ярких зрительных образов своей памяти.

6. Лурия Александр Романович — советский нейропсихолог; ссылку на него см. в предыдущей части данной публикации, в № 7.

7. Решето Эратосфена — древний алгоритм для вычисления простых чисел, при котором пишется подряд число-

вой ряд, а потом вычеркивают каждое второе число (то есть все числа, делящиеся на 2), потом каждое третье (то есть все числа, делящиеся на 3), затем делящиеся на 5, на 7 и т.д. Все оставшиеся после такой процедуры числа будут простыми.

8. Пифагорейство, или, правильнее, пифагореизм, — религиозно-философское учение в Древней Греции, основанное Пифагором. Суть: представление о числе как основе всего сущего; числовые соотношения — источник гармонии Космоса и т.д.

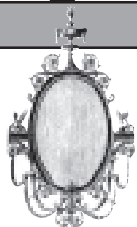
9. Курт Гёдель (1906 — 1978) — австрийский логик, автор знаменитой теоремы о неполноте.





## БИОФИЗИКА

### В королевстве прямых зеркал



*Все вещества и живые существа излучают, будь то свет, тепло или звук. Излучением сопровождается деление клеток и химические реакции в них. Каждый организм постоянно находится под действием излучения других живых существ. А что будет, если на него «посветить» собственным излучением, например с помощью зеркала? По законам физики, в этом случае возникает резонанс. Как он сказывается на свойствах крови и воды, исследовали российские биофизики. Результаты исследования ученых из Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования опубликованы в «Докладах Академии наук».*

Стеклозеркала с металлической подкладкой, впервые появившиеся у римлян в I веке н. э., на протяжении всей своей истории были предметами мистическими. Множество примет и гаданий связано с зеркалами. Но мистические свойства — не предмет для научных исследований. Ученых из Санкт-Петербургской медицинской Академии последипломного образования заинтересовало другое. Если зеркала способны отражать свет (в диапазоне от ультрафиолетового до инфракрасного), то, вероятно, они могут также отражать излучение клеток и живых организмов. И если это так, то как собственное отраженное излучение может сказаться на живой системе? Скажем — на крови?

Эксперимент, который поставили исследователи, был предельно прост. В три одинаковые емкости наливали поровну исследуемой жидкости. Один стаканчик накрывали двумя зеркалами, как двускатной крышей с прямым углом, другой ставили на зеркало и другим зеркалом накрывали сверху, а третий просто закрывали одним зеркалом. Затем сосуды помещали в темноту. Через час их доставали и сразу же измеряли оптическую плотность растворов в ультрафиолетовом и видимом свете. Такому анализу подвергли препараты крови двух пациентов, взвесив эритроцитов в физиологическом растворе, водопроводную и дистиллированную воду. На спектрофотометре зафиксировали их оптическую плотность до и после экспериментов с зеркалами.

Во-первых, удалось выяснить, что под действием собственного отраженного излучения растет или падает оптическая плотность кровяных препаратов в зависимости от индивидуальных особенностей организма. Оказалось, что активнее всего отраженное излучение поглощали вещества, участвующие в защите живой клетки от атомарного кислорода и свободных радикалов, — ферменты антирадикальной защиты, серо-водородные группы и серные «мостики». Значит, молекул-защитниц становилось больше.

Во-вторых, эксперимент показал, что в результате воздействия отраженного излучения эритроциты становятся либо устойчивее к разрушению, либо, наоборот, легче ему поддаются, смотря под каким углом расположить зеркала в опыте. Эритроциты проверяли на прочность соляной кислотой. Выяснилось, что зеркала в положении сверху и снизу за час почти вдвое снижают их прочность, а только сверху — слегка укрепляют их.

Даже обыкновенная вода под действием возвращенного излучения повышает свою оптическую плотность в ультрафиолетовом диапазоне, что, по мнению ученых, означает переход ее молекул в возбужденное состояние.

Отраженное от зеркал собственное излучение препарата или живого организма возвращается к нему с небольшим изменением своих оптических параметров, зависящим от материала, из которого состоит зеркальная поверхность, и ее геометрии, а также от состава воздуха между зеркалом и объектом. При этом возникают резонансные возбуждения молекул воды, в том числе и включенной в органические вещества, что и приводит к всплеску их функциональной активности даже вне организма. Специалисты считают, что именно молекулы воды, входящие в состав живой материи, отвечают за биохимический эффект отраженного излучения.

Применив зеркала, чтобы «замкнуть» организм пациента сам на себя, российские ученые уже создали несколько терапевтических методик и запатентовали их. Для повышения в крови человека, например, антиоксидантной и ферментативной активности хватало и десяти минут, проведенных под зеркалами в специальной затемненной камере.

Кто знает, возможно, этот механизм, изученный подробно, со временем объяснит и мистические свойства зеркал. Может, именно здесь и кроется секрет красоты неувядающих женщин, которые долго и обстоятельно прихорашиваются перед трюмо.

## этология

### Собаки предсказывают эпилептический припадок



*Адам Кёртон и его коллеги из университета Альберты в Канаде уверены, что многие собаки не только способны защитить своих маленьких подопечных во время приступа эпилепсии, предохраняя их от падения и удара, но и значительно облегчить им жизнь, сняв постоянное напряжение от ожидания следующего припадка.*

Рассказы собачьих владельцев, чьи дети страдают эпилепсией, о том, что животное предчувствует наступление припадка и сообщает об этом, начиная подвывать, облизывать малыша или становясь у него за спиной, известны давно. Кёртон решил систематизировать подобные сведения, разослав в такие семьи опросные листы.

Оказалось, что у 42% опрошенных собаки реагировали на припадок, пытаясь помочь. 9% животных предвидели его наступление, о чем предупреждали за несколько минут или даже часов.

Механизм этого явления неясен. Некоторые исследователи полагают, что собаки ориентируются на неуловимые визуальные или обонятельные сигналы. Невролог Грегори Холмс из медицинской школы в Нью-Гэмпшире, США, считает, что животные улавливают изменения в запахе, исходящем от ребенка: перед припадком усиливается, например, потоотделение. Дуглас Нордли из чикагской детской больницы считает, что незначительные внешние изменения у ребенка могут быть следствием электрических изменений в деятельности мозга, которые заканчиваются мощным разрядом.

Впрочем, как бы то ни было, желающие иметь дома столь надежного предсказателя и помощника, могут рассчитывать только на случай: тренировке «на эпилепсию» животные не поддаются и как будет реагировать на болезнь каждый конкретный экземпляр, заранее судить невозможно. Тем не менее авторы работы планируют попробовать заняться созданием специальной программы тренировок.

В пятом номере мы писали о работах Института Бочвара («Девятки») в области сверхпроводников и некоторых других материалов. Здесь рассказано о работах в области радиоактивных отходов. Это второй обещанный нами отрывок из книги, написанной автором этой статьи.

# МЕТАЛЛУРГИ И нехорошие отходы

## Откуда берутся отходы

Топливо ядерных реакторов, как и любое другое топливо, в конце концов «выгорает», отдавая тепло. Уголь и дрова оставляют после себя шлак или золу. Они мешают горению, и загрязняют среду, и могут быть использованы (стройматериалы, удобрения). Урановые ТВЭЛы, тепловыделяющие элементы, работая в реакторе, накапливают внутри себя многочисленные радионуклиды. Например, плутоний, который можно использовать как топливо реакторов на быстрых нейтронах или в атомных бомбах («оружейный плутоний»). И если правильно переработать ядерное топливо ТВЭЛов и извлечь плутоний, топливный цикл ядерной энергетики уподобится змее, которая кусает свой хвост.

Технология переработки отработанного или облученного ядерного топлива (ОЯТ) такова: извлечь из реактора стержни с ТВЭЛами, разрезать на кусочки, растворить в кислоте, извлечь из раствора нужные компоненты, например оставшийся уран и неработанный плутоний, разделить и очистить от примесей экстракты этих элементов, остальное слить в емкость, упарить раствор, а сухой остаток спрятать подальше или «захоронить» на большой глубине в горных породах. Он содержит множество радионуклидов, которые опасны.

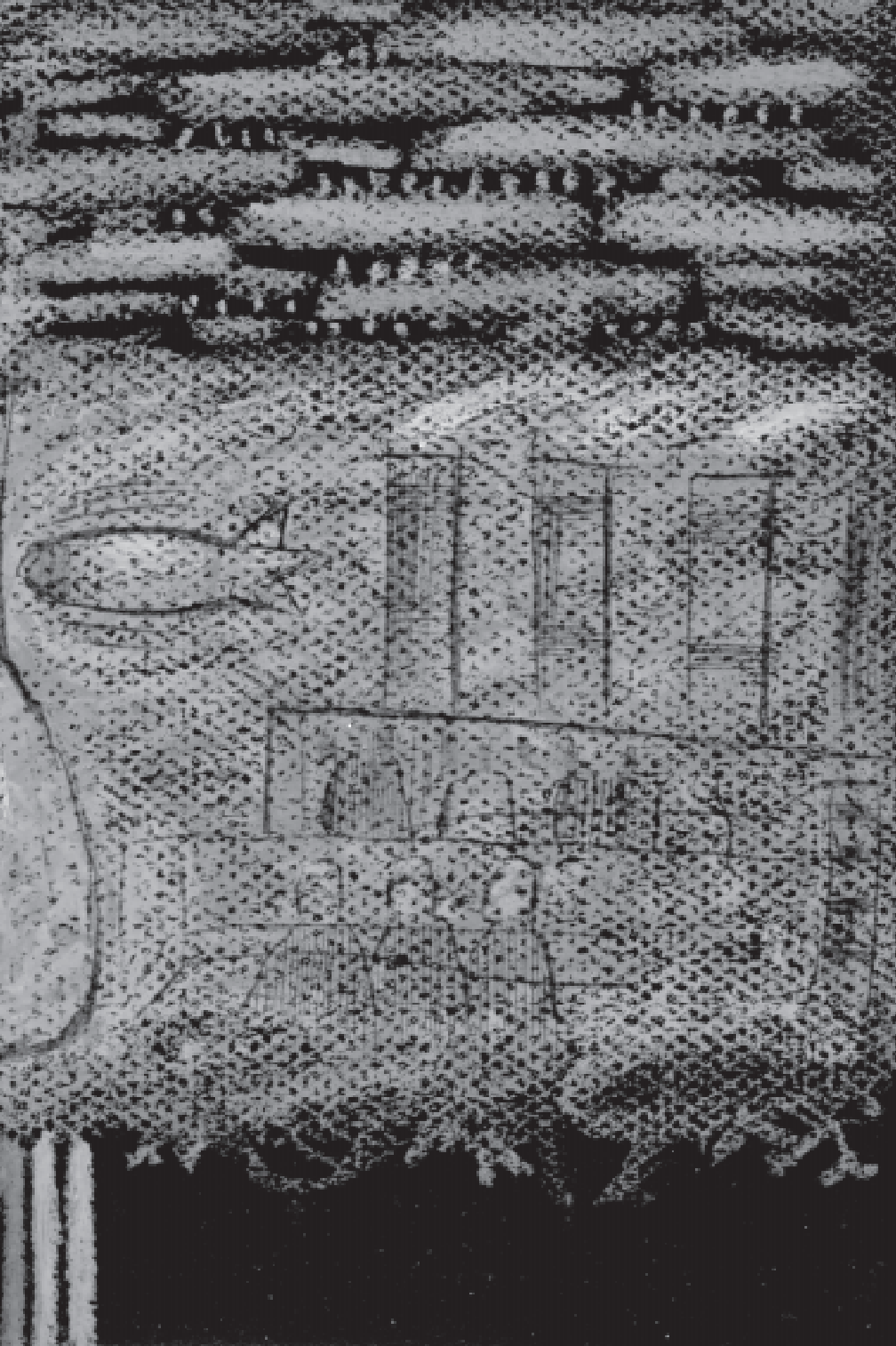
Переработка ОЯТ — объективная необходимость и неотъемлемая часть атомной энергетики. Вопрос о целесообразности переработки ОЯТ, который перманентно занимает «зеленых» и резонерствующих политических деятелей с их обличительным многословием, это вопрос о необходимости атомной энергетики. Если она нужна, то и к проблеме переработки ОЯТ надо относиться с уважением и серьезностью, а не утверждать, что можно обойтись без ее решения, дабы сохранить девственную чистоту российской территории. Давно уже, увы, загрязненную не только производственными, но и бытовыми отходами безалаберного образа жизни.

В начальный период освоения атомной энергии и создания ядерного оружия все растворы ТВЭЛов после извлечения из них плутония сбрасывали в ближайшие водоемы. Это обернулось бедой и серьезнейшей проблемой обезвреживания обширных земель, зараженных радиоактивностью. Решение этой проблемы потребует от будущих поколений чрезвычайно крупных финансовых затрат.

В начале пятидесятых годов создать технологию переработки ОЯТ было поручено радиохимическому направлению Института Бочвара. Сначала на лабораторном уровне — в пробирках,

а потом в промышленном масштабе (сотни тысяч тонн) — на радиохимических заводах. Такие заводы были нужны для всей атомной промышленности, поскольку отработанное топливо АЭС, транспортных и исследовательских реакторов, число которых в СССР увеличивалось, надо было перерабатывать. Андрей Анатольевич не считал себя знатоком радиохимии, хорошо понимал важность, сложность и необходимость быстрого решения проблемы, и, как говорится, не давал спокойно спать своим радиохимикам.

В институте были организованы лаборатории, где изучали процессы эк-



Художник Е. Станикова



## ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

рах или в общежитиях закрытого города. На территории, обнесенной колючей проволокой, весьма секретной и недоступной свободному въезду или выезду.

Такой образ жизни не лучшим образом сказывался на семейных отношениях сотрудников. Длительные командировки были не только темой многочисленных анекдотов, но и приводили к специфическим коллизиям, которые разбирались в парткоме и не оставались незамеченными Андреем Анатольевичем. Директор «Девятки» отвечал за все, что происходило с работниками вверенного ему учреждения.

На предприятиях атомного ведомства, которые находились в закрытых городах, применяли наукоемкие технологии. Поэтому для создания и обслуживания оборудования были нужны квалифицированные кадры, и не только экспериментаторы, но и теоретики — физики, химики, математики. Все эти «соцгорода» были центрами атомной науки, наподобие «академгородков», которые начали строить при Хрущеве для создания научных коллективов, призванных решать проблемы того или иного региона, в частности Сибири или Дальнего Востока. Строительство городов атомной промышленности, кроме обычных затрат на их возведение, требовало и специфических расходов. Надо было выселять тех жителей деревень или поселков, которых нельзя было использовать для работы на данном объекте из-за плохих анкетных данных, например судимых за политические или уголовные преступления. Выселяемые получали деньги на обустройство новым хозяйством, им предоставляли жилье и транспорт для перевозки их вещей. Делалось все это по установленным нормам и правилам, согласованным с товарищем Сталиным, но тем не менее сам факт вынужденного переселения для многих аборигенов был личной трагедией. Однако эти мелочи не принимались во внимание, поскольку речь шла о выполнении задач государственной важности.

Промышленные предприятия соцгородов атомного ведомства обеспечи-

страгирования урана, плутония и других радионуклидов и создавали соответствующую аппаратуру. Исследовали кинетику окислительно-восстановительных реакций урана, плутония, нептуния и других нуклидов, радиационное поведение экстрагентов, химию водных процессов регенерации ядерного топлива, закономерности образования водно-органических эмульсий. Надо было найти способы извлечения из радиоактивных растворов ценных элементов — юрия, америция, цезия, стронция, технеция, палладия, родия, протактиния, рутения, разработать методы математического моделирова-

ния процессов экстракции, обеспечить безопасность технологии.

### Люди на заводах

Исследования производились в «Девятке», но для внедрения технологии сотрудники ездили на заводы переработки ОЯТ. Там они работали вместе с заводчанами, проверяя пригодность технологии к передаче в промышленность и «доводя» ее. Командировки эти были весьма продолжительными — по два месяца, а то и дольше. Все это время сотрудники института жили в гостиничных номе-



вали кадрами высокой квалификации филиалы некоторых престижных вузов Москвы, в частности Инженерно-физического института. Однако этого было недостаточно, особенно в начальные годы становления атомной промышленности, поэтому в соцгорода направляли молодых специалистов «по распределению». Каждый из них, прежде чем получить диплом об образовании, обязан был дать свое согласие на «распределение». При этом заявки от учреждений атомного ведомства удовлетворялись в первую очередь, и они могли отбирать молодых специалистов на месте учебы. Эмиссары института или предприятия приезжали к моменту распределения, знакомились с их анкетами и вели с ними личные беседы. При этом семейным студентам-выпускникам обещали хорошую зарплату, жилье, а также трудоустройство жен. Не обходилось без курьезов. В один из соцгородов была направлена большая группа молодых специалистов, которые, будучи еще студентами физфака МГУ, сумели все пережениться на студентках химического факультета, которые занимались на специальности «силикаты». Когда они приехали в соцгород, их радушно встретил генерал-хозяйственник, но, узнав о специальностях женской половины, не на шутку растерялся: «Ну вот! Что же мне теперь, для жен этих физиков кирпичный завод строить?!»

Длительная работа сотрудников института в заводских условиях постепенно отучала их от научно-исследовательской работы. В итоге «полузаводской» стиль нанес определенный ущерб престижу «Девятки» в сфере новых исследований и работы «на перспективу». Бочвар это понимал, но требования руководства как можно скорее внедрять технологии заставляли его закрывать глаза на такое положение вещей.

## Миксер размером с дом

Чтобы приблизиться к масштабам промышленной технологии, Бочвар создавал в своем институте различные установки и исследовательские стенды, на которых имитировались

заводские условия. Это касалось экстракционных технологий.

Процедура химического экстрагирования из азотнокислых водных растворов отработавших ТВЭЛов предполагала энергичное перемешивание двух несмешивающихся жидких фаз — водной и органической. В результате, скажем, уран концентрировался в органической фазе. Затем после отстоя и разделения фаз уран реэкстрагировали из органической фазы. Но одно дело перемешивать в пробирках и совсем другое — «в тоннажных объемах», в промышленной установке. И в «Девятке» был создан отдел, который занимался конструированием химических аппаратов для тоннажной экстракции, изготовлением деталей таких аппаратов и последующей их сборкой.

Внешне эта химическая аппаратура представляла собой многоэтажные колонны из нержавеющей стали, а внутри на общей оси вращались сложной конструкции насадки, которые омывались экстрагентом и азотнокислым раствором. Для эффективного перемешивания использовали гидравлическую пульсацию, которую создавали поршневые насосы или пневматические устройства. Изошренная конструкторская мысль находила все новые и новые устройства экстракционных колонн, которые могли смешивать не только жидкости, но и жидкости с твердыми телами, причем без применения механически движущихся частей.

Пульсационная техника для химического экстрагирования и разделения элементов ядерного топливного цикла, которую разработали в Институте Бочвара, была применена на химических заводах и горно-обогатительных комбинатах цветной металлургии и золотодобывающей промышленности, при очистке сбросных вод различных вредных производств, при изготовлении минеральных удобрений, в производстве сахара, некоторых сорбентов, для выщелачивания, химического синтеза и полимеризации. Но все эти замечательные технологии стали «достоянием республики» не сами собой. От сотрудников «Девятки» требовались изворотливость и умение убедить потенциальных потребителей в необходимости и полезности технологий при решении именно их задач.

Для этого организовывались всевозможные выставки с демонстрацией пульсационной аппаратуры, выполненной из прозрачных материалов и позволявшей убедиться в эффективности ее работы, а также по достоинству оценить хитроумные решения конструкторов. Было выпущено несколько документальных цветных ки-

нофильмов и фотоальбомов, иллюстрировавших преимущества предлагаемой техники.

## ОЯТ и его ВАО

Как бы ни были совершенны и оригинальны химические этапы технологии обработки ОЯТ, на ее «хвосте» образуются жидкие отходы высокого уровня активности, объемы которых весьма внушительны. Это обстоятельство в конечном счете породило глобальную экологическую проблему, для решения которой потребовалось создание нового научного направления в радиохимии: «обращение с радиоактивными отходами». В Институте Бочвара было образовано несколько лабораторий в составе химико-технологического отделения института, которые и должны были решить, что с этими отходами делать.

Надо было уменьшить количество радиоактивных отходов за счет предварительной пирометаллургии облученных ТВЭЛов, сделать жидкие радиоактивные отходы твердыми и придумать методы захоронения отходов высокого уровня активности (ВАО) в твердом виде. Для этого радионуклиды нужно было включить в какую-то твердую матрицу.

В качестве такой матрицы радиохимики предложили использовать фосфатное стекло. В расплавленном виде оно хорошо растворяет большинство радиоактивных элементов. После проведения исследований и разработки технологии на предприятии «Маяк» была построена мощная стекловарочная печь, которая и выпускала светящиеся стеклоблоки. В результате объем ВАО, который надо хранить, стал меньше, и поэтому уменьшился риск катастрофического выброса в окружающую среду. (Подобное случилось в пятидесятые годы, когда главными пострадавшими стали жители множества татарских деревень на Среднем Урале.)

## И что в пробирочке?

Все задачи Института Бочвара, касающиеся металловедения, металлургии, радиохимии и т. д., нуждались в аналитическом обеспечении и работоспособной аналитической базе. Каждый продукт и каждый этап технологии надо было контролировать. Поэтому в первые дни существования «Девятки» была организована химико-аналитическая и спектроскопическая лаборатория, которая со временем выросла в самостоятельный отдел, оснащенный самой современной аппаратурой. Ушли в прошлое времена, когда содержание урана в растворе

его карбоната определяли по густоте желтой окраски «на глаз».

Но физики требовали от аналитиков надежных методов определения примесных элементов в металлическом уране и плутонии, особенно тех, которые обладали большим сечением захвата нейтронов. Разработчики опасались, что присутствие этих элементов может помешать развитию цепной реакции и бомба не взорвется. Дабы обезопасить себя от этого, они требовали надежно определять концентрацию вредных элементов один атом на десять миллионов атомов урана или плутония. Химики-аналитики должны были не только обеспечивать анализами институт, но и внедрять свои методы на заводах атомного ведомства.

Выполнение высоких требований к стерильной чистоте начинки для атомной бомбы контролировали химики-аналитики специально созданной аналитической комиссии, во главе которой стоял директор Института геохимии и аналитической химии академик А.П.Виноградов, получивший одновременно с Бочваром звезду Героя Социалистического Труда после успешного взрыва первой атомной бомбы. Внешний облик и манеры поведения А.П.Виноградова отличались от его коллег-ученых из «красной профессуры», он был похож на ученых старой закваски (в изображении советского кино).

Кроме чисто химических методов анализа, в Институте Бочвара внедряли и развивали физико-химические способы аналитического контроля с использованием жидкостной хроматографии, эмиссионной, адсорбционной, колебательной и рентгено-флуоресцентной спектроскопии, ядерно-физические методы, основанные на детектировании излучения, а также методы нейтронометрии, радиационной активации, масс-спектрометрии и магнитного резонанса. Все эти методы анализа веществ и продуктов производства оформляли в виде аналитических инструкций и ГОСТов, а их внедрение требовало многомесячных командировок научных сотрудников на промышленные предприятия.

Для аналитических работ было нужно дорогостоящее оборудование, которое приходилось закупать у иностранных фирм за весьма большие деньги. Бочвар не скупился, и в результате за сравнительно короткий срок аналитическая база института стала одной из лучших в Советском Союзе. Авторитет «Девятки» и ее сотрудников был непререкаем не только на заводах атомного ведомства, но и в других отраслях народного хозяйства и химических институтах. Бывало, что академические институты обращались

с просьбами к аналитикам Бочвара выполнить сложный анализ вещества или провести арбитражное определение его состава.

### **Роль личности в истории и технике (послесловие редакции)**

Исследователи истории техники и бизнеса пишут, что технический (в капиталистическом хозяйстве — и коммерческий) успех связан с тем, что во главе фирмы, бизнеса и т. п. стоит яркая личность. Это должен быть человек, в котором сочетаются несколько плохо коррелирующих друг с другом свойств. Правильная компетентность — отличное знание нескольких частных областей и широкий общий кругозор; научная и техническая смелость — умение вовремя рискнуть и осторожность — умение вовремя остановиться; умение работать с подчиненными, в том числе воодушевить, заставить, выбрать метод воздействия; умение работать с начальниками, «прогнуться», чтобы спасти себя и дело, стукнуть кулаком по столу, сказать — «или я, или они», и выбрать нужный «в это время, в этом месте» метод. Такие люди не вырастают на пустом месте, для их существования нужна среда.

На Западе, где во главе каждой лидирующей в своем секторе рынка фирмы стоит личность, развитие личности поощряется всей системой, начиная со школы. Разумеется, никакая социальная норма не действует абсолютно надежно, «загубленные таланты» бывают всюду. Но норма именно такова: умному и работающему — зеленый свет. Что касается СССР/РФ, то здесь ситуация сложнее.

С одной стороны, иногда пишут, что всех душили и подавляли, губили талант, поминают древнегреческого царя, который мудро выдирал все колоски, что были на палец выше, уничтожение физматшкол и многое другое. Но все мы знаем, какие личности возглавляли, например, авиационные и ракетные КБ. Откуда они брались? И откуда брались все, с кем они работали? Такие люди не могут расти

посреди чистого поля, засеянного одной серостью. Возможно несколько гипотез. Первая — гипотеза на уровне коэффициентов — давили не до нуля, кто-то прорывался. Вторая — гипотеза неустойчивости и кластеризации — такой человек создавал вокруг себя микроклимат, который привлекал и растил таких же людей, а уж они создавали вокруг себя оазис. Третью гипотезу высказал другой наш автор и читатель Александр Ашкинazi: на верхних ступенях пирамиды вообще давили только при угрозе для власти. Вот пример — когда Хрущев занялся Жуковым? А тех, кто концентрировался на деле, бежал министерских кабинетов, а при случае выказывал чинопочитание, — тех не трогали и давали им работать. Воспоминания А.Вашмана о Бочваре эту гипотезу подтверждают.

За свое положение человек на вершине пирамиды может быть относительно спокоен в двух ситуациях: при настоящем тоталитаризме и при настоящей демократии. При неполном тоталитаризме и недостроенной демократии власть не может заниматься делом, даже если во власти окажется мыслящий человек, — любое действие опасно: кто-то будет недоволен и сожрут. Вспомним еще раз Хрущева — делал и хорошее, и глупое, но был человек с идеями. А чем кончилось? Сам виноват, не надо было лагерные ворота открывать. В мире, который экономически и политически един, действует ленинский принцип: «Побеждает тот общественный строй, при котором выше производительность труда». Но высокая производительность труда невозможна без крупных личностей в руководстве, а это может позволить себе либо настоящая демократия, либо настоящий тоталитаризм. У России в принципе есть выбор, но это выбор из двух. Третий путь ведет в болото, мир низкой производительности труда, мир низкого потребления, мир малой продолжительности жизни, «третий мир». Как же не хочется...



# Металл:

**Ч**тобы оценить его роль в нашей жизни, достаточно обвести вокруг себя взглядом. Но не будем рассуждать о прогрессе техники и завоеваниях цивилизации, а поговорим о чем-нибудь не столь глобальном. Когда забота о куске хлеба насущного отступает на второй план и человек ставит красивую вещь на стол или книжную полку, это зачастую оказывается металлическая статуэтка или какая-нибудь поделка из металла и камня. Возможно, это наследие тех десятков тысяч лет, когда племя, освоившее металл, увеличивало свои шансы на выживание.

Если нам нужно сделать вещь сложной формы, то всегда есть выбор: собрать ее из простых деталей или попытаться изготовить целиком. В первом случае возникает проблема соединения. Болты или штифты, сварка или пайка — во всех случаях это дороже, сложнее, менее надежно. Конечно, желательнее все делать «из одного куска», но при взгляде на иные вещи становится ясно: из куска такое можно сделать только в сказке. Однако сказка иногда становится былью — в литейном производстве. Кроме того, литье позволяет имитировать старинные технологии, изготавливать изделия «под старину». Ибо до изобретения болтов и винтов литье было более распространено, чем сейчас.

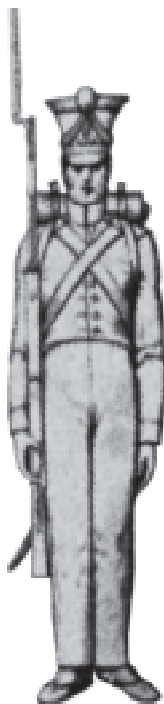
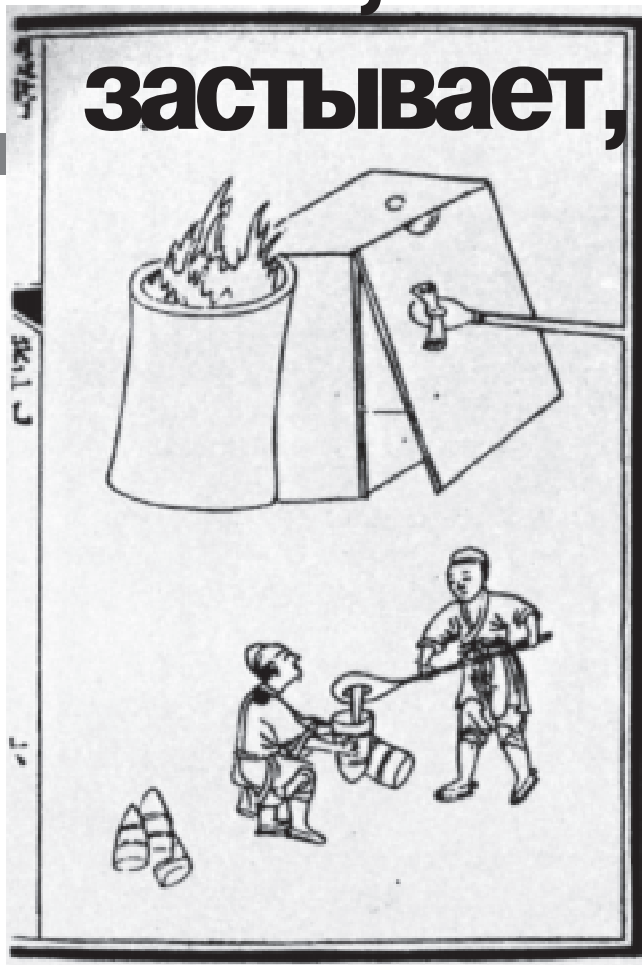
Представим себе, что у нас имеется «негатив» — полость точно такой формы, какую мы хотели бы иметь деталь. Тогда берем металл, расплавляем его и осторожно заливаем в полость. Деталь готова. Но — в одном экземпляре. А если требуется несколько или много? Тогда надо иметь соответствующее количество литейных форм, потому что извлечь металлическую фигурку, не испортив форму, не удастся. Итак, как изготовить надлежащее количество форм?

Пусть у нас есть «позитив», вещь, по форме повторяющая ту, что нам нужна, но из воска. Заливаем эту восковую фигурку литейной массой (нечто вроде гипса), ждем, пока гипс застынет, выплавляем воск — и литейная форма готова. Одну восковую фигурку, в конце концов, можно и вручную сделать, даже весьма сложную. Воск — не медь. Ну а что делать, если надо сто таких фигурок?

Давайте и их изготовим литьем. Для этого нам потребуется негатив. Но воск — не металл, он плавится при низкой температуре, разъемный негатив для литья восковых фигурок не должен быть термостойким. Например, его можно попытаться сделать из чего-то вроде резины. Разумеется, для изготовления резинового негатива нужен позитив, он же — оригинал. Это должна быть фигурка из какого-то легко обрабатываемого материала, например того же воска или дерева. В целом схема будет выглядеть так, как показано на рисунке.

На этой простой схеме простота заканчивается, и начинаются сложности. Здесь указаны пять материалов и четыре технологических процесса. С каждым материалом и каждым этапом процесса связаны проблемы, и каждую из них мы будем преодолевать. Но прежде, чем погружаться в этот котел, можно задать вопрос — если проблем так много, то не лучше ли сменить технологию целиком? Ответ, как всегда, состоит из двух частей: тривиальной и «безответной». Тривиальная — на другом пути проблем может оказаться и

## течет, застывает,



побольше. «Безответная» — проблема инерции техники, когда технология или конструкция применяются потому, что нет инвестиций на внедрение нового или нет технического «видения», чтобы это новое разглядеть. Такая проблема действительно существует, и она тем серьезнее, чем больше масштабы производства, беднее и менее технически грамотен производитель. Но к малограмотным редакторы «Химии и жизни» за интервью не ходят — выбор у нас есть. Итак, начнем с начала схемы, то есть с материала, из которого художник вырезает оригинал.

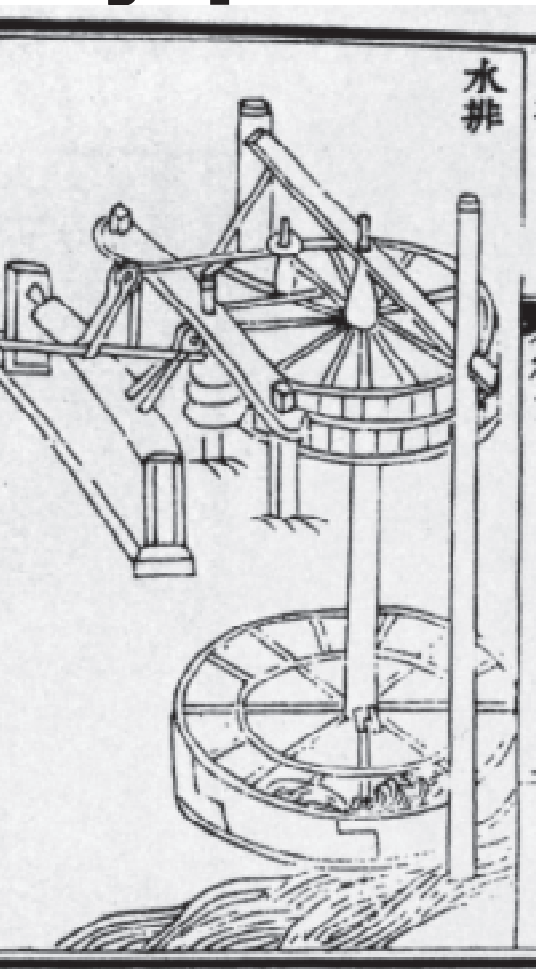
Художник — человек творческий, он работает с тем материалом, к которому привык, который ему нравится и который, по его мнению, больше подходит для данной задачи. Это может быть дерево, кость, пластилин и разные пластмассы. Это может быть и специальный воск — если надо изготовить одно изделие, то есть если мы сразу начинаем не с первой, а третьей картинкой (см. рис.). Кроме того,



# украшает жизнь



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА



бывают ситуации, когда оригинал вообще не изготавливается в данном технологическом цикле, а уже существует — то есть мы собираемся снять копию с какого-то изделия, музейного экспоната, произведения искусства. Поэтому основное требование к технологическому процессу, соединяющему оригинал и негатив: он должен годиться для любого оригинала, быть универсальным.

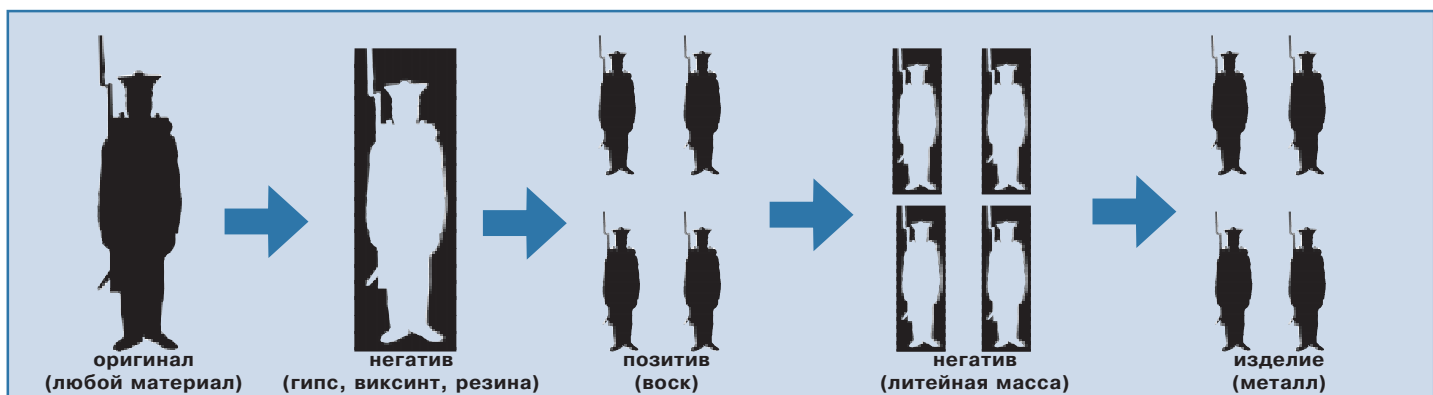
Разумеется, такое невозможно. В этом мире на самом деле универсален только сам человек: именно он решает все задачи. А материалов и технологий изготовления негатива при литье существует по меньшей мере три: гипс, виксинт, резины. Что такое гипс, знают все. Виксинт — полимер, который получают полимеризацией смолы под действием отвердителя. Это две жидкости, которые смешивают и полученной смесью заливают изделие. Виксинт полимеризуется, но как же добыть из него оригинал? Очень просто — разрезать на части и разобрать, а потом сложить

обратно. Резина же применяется в невулканизированном состоянии, в виде пластичной массы. Ею облепляют изделие и производят вулканизацию, после чего резину тоже можно разрезать и разобрать на части. Достоинство виксинта — он жидкий и хорошо проникает в мелкие щели. Еще один плюс — в отличие от резины он не требует нагрева для полимеризации, поэтому оригинал может быть изготовлен из любого материала, в том числе и такого, который нельзя нагревать. Недостаток виксинта — его пары вредны и нужна хорошая вентиляция. Второй недостаток — у него есть упругость, то есть упругость есть у любого материала, абсолютно жестких веществ не существует, но упругость виксинта такова, что при больших размерах негатива его форма искажается. Резины же существуют разные, причем более жесткие — композиты, они содержат отрезки нитей, которые после вулканизации придают жесткость изделию. И чтобы окончательно запутать дело, добавим, что есть двухкомпонентные материалы, по химическим и физическим свойствам более близкие к виксинтам, но называемые — видимо, для удобства покупателя, чтобы он не пугался сложного слова, — резинами.

Вообще, идея универсальности и идея специализации пронизывают всю историю техники. С одной стороны, хочется иметь универсальный инструмент, который бы помещался в кармане и годился на все случаи жизни. Но, кроме посоха Гэндальфа, по-настоящему универсальных инструментов не создано. То, что называется сейчас универсальным инструментом, это на самом деле комплект — возьмите в руки универсальный нож или отвертку и убедитесь сами. Впрочем, разводной ключ существует, и он действительно универсален, но сколько он стоит? Собственно, экономика и выступает верховным судьей в споре универсальных и специализированных. В технологии литья она привела к тому, что резин существует много, и в зависимости от условий, прежде всего от размера

изделия, применяются разные. Чем изделие больше, тем жестче должна быть резина, чем изделие нежнее, тем меньше должна быть температура вулканизации. Весь комплекс параметров замыкается на стоимости, ибо любая разработка стоит денег и все новые материалы, которые удовлетворяют более высоким требованиям, оказываются дороже. Не говоря уж о том, что они используют более дорогие компоненты — просто потому, что разработчик, стремясь обеспечить конкурентоспособность своего детища, в первую очередь берет дешевые компоненты и лишь под давлением требований заказчика к параметрам идет на применение золота и алмазов...

Правда, есть, как всегда, и другой путь — не технологический, а конструктивный (обратите внимание: конструктивный путь внутри технологии). Именно: из виксинта или резины делается внутренний слой негатива, а внешний делается из гипса, который жесток. Разумеется, разбирать такой негатив сложнее. Взаимодействие между конструкторскими и технологическими путями решения любой задачи — тоже один из постоянных технических сюжетов. И только от человеческих качеств конструктора и технолога зависит, будет ли это эффективное взаимодействие или свара. Способов обеспечить эффективность немного, всего два. Или во главе дела должен стоять отличный организатор с широким техническим кругозором, который и обеспечит взаимодействие, замыкая все важные информационные потоки на себя, — или сами конструкторы и технологи должны обладать достаточно широким кругозором и уметь работать вместе. Понятно, что первая система улаживает нашу психологию (приятно иметь вождя, на которого можно свалить ответственность), но она менее надежна. Вторая опирается на образовательную систему, ибо для того, чтобы получить на выходе инженера с широким образованием, надо соответственно строить и образовательную систему, начиная со школы.



Виксинт обладает свойством, которое, с одной стороны, создает технологам проблемы, с другой (как обычно и бывает), может быть использовано с выгодой. Уже после разборки негатива он претерпевает усадку — несколько уменьшается в размерах. Это означает, что оригинал должен быть немного больше того изделия, которое мы хотим получить. С другой стороны, осуществляя операции изготовления негатива, заливки воска в полость «усевшего» негатива и опять изготовления негатива и так далее, мы можем получить уменьшенную копию. Для этой технологии разработаны специальные резины, имеющие большую усадку. Этим способом можно получать, в частности, маленькие объекты со сложной структурой.

Как уже было сказано, если оригинал имеет сложную форму, то негатив приходится делать разборным — иначе его не снять с оригинала. Бывают и ситуации, когда разрезкой негатива решить проблему не удастся, и тогда делают разборным сам оригинал. Приходится его делать разборным и в том случае, если изделие имеет слишком большую массу и оборудование не позволяет отлить столько металла за один раз.

Итак, негатив готов — гипсовый, резиновый или из виксинта. Следующий этап — заливка в него воска. Он почти не повреждает негатив, и поэтому позитивов из воска может быть сделано много. Но если надо сделать очень большую партию изделий, то и негативов понадобится несколько. Опять же, более стойкие резины и стоят дороже, и технолог должен уметь хорошо считать, поскольку можно взять дешевую резину и сделать пять негативов, а можно взять дорогую и обойтись, скажем, двумя. Понятно, что при таком расчете надо иметь в виду всю технологическую цепочку, все расходы и отлично знать собственно технологию, то есть скорость износа негатива, и учитывать конкретные требования к точности изделия.

С воском связана одна проблема: при застывании он уседает и отливает

от стенок. Существует много сортов воска, различающихся по температуре размягчения, по вязкости, по усадке и, разумеется, по стоимости. Выбор зависит от размеров изделия — чем изделие больше, тем меньшую усадку воск должен иметь при застывании, тем более жестким и прочным он должен быть после застывания. И тем дороже он будет. Технолог начинает считать...

Прилипание воска к стенкам негатива тоже можно использовать. Если будущее изделие велико, то заливать всю полость в негативе воском не обязательно. Можно залить немного воска и покрутить негатив так, чтобы воск покрыл изнутри все стенки. Можно повторить эту операцию несколько раз, наращивая толщину слоя. После разборки мы получаем позитив, полый внутри. Он менее прочен, но легче, меньше расход материала, упрощаются последующие операции (выплавление воска).

Следующая операция — формовка. Восковой позитив помещают в емкость и заливают литейной массой на основе гипса. Она должна иметь высокую текучесть, чтобы проникнуть в узкие щели, высокую «живучесть» — чтобы не начать застывать раньше, чем закончится заливка, маленькое время застывания — чтобы не надо было слишком долго ждать, высокую прочность — чтобы не разрушаться на последующих этапах технологии, малую усадку — чтобы не искажались размеры. Параметры, как это обычно и бывает, связаны, и требования противоречат одно другому. Например, требование высокой живучести отчасти противоречит требованию малого времени застывания. Лучше всего было бы, конечно, если бы масса слушалась голосовых команд, как собака. Кончил технолог заливать, покурил, откашлялся и изрек: «Застынь». Но такая масса пока не создана.

После заливки производится вакуумирование для удаления пузырьков воздуха, которые могли остаться на поверхности позитива-восковки. Если

пузырьки останутся, потом на поверхности изделия окажутся металлические шарики. После вакуумирования подается газ под повышенным давлением — чтобы загнать массу в узкие щели. Формовочных масс существует много, и для литейщика проблема не в их параметрах — выбор велик, а в стабильности, повторяемости параметров от партии к партии, от упаковки к упаковке. У импортных масс стабильность достаточна для того, чтобы технологу не корректировать технологический режим, но эти массы дороже. Массы местного разлива пока не обладают должной стабильностью, но конкуренция с импортными приводит к улучшению параметров. Удобство работы с местным изготовителем состоит в хорошо налаженном взаимодействии. Если металлургу нужны какие-то определенные параметры, он звонит и договаривается, чтобы сделали именно так. Российский поставщик в данном случае набирает очки за счет хорошего сервиса!

После застывания массы ее прокалывают — чтобы выплавить воск, выпарить его остатки и удалить из массы влагу. Если прочность массы недостаточна, на этом этапе происходит искажение формы или осыпание. После того как воск и вода удалены, можно приступать к последнему этапу — заливке металла. Прежде всего надо обеспечить удаление воздуха, хорошо прилегание металла к стенкам формы. Обычно для этого применялись специальные каналы в форме, через которые и выходил воздух. При литье они заполнялись металлом, и потом эти металлические хвосты приходилось отламывать от изделия. Сейчас поступают иначе — современные заливочные массы пористы, и воздух откачивают насосом через поры. Кроме того, прилегание металла к стенкам формы можно увеличить, если его к ним прижать. Так действуют установки для центробежного литья — металл поступает во вращающуюся форму. Однако для



## ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

литья изделий сложной формы этот метод не применяется.

Следующая проблема — выбор металла. Для ювелирных изделий это обычно золото, серебро и их сплавы. Литье из серебра осложнено высоким содержанием в нем газов, выделяющихся при застывании, поэтому необходима откачка. Для художественных изделий обычно применяют литейные латуни — сплавы меди и цинка, или бронзы — сплавы меди и олова; состав выбирают так, чтобы уменьшить температуру плавления и вязкость расплава. В технике часто применяется литье из сплава алюминия и кремния — силумина. Технология такого литья проще, изделие получается дешевле и легче. Если нужно защитить металл от окисления, заливку ведут в вакууме или защитной среде, чаще всего в аргоне. При этом аргон находится в установке под давлением две-три атмосферы, что тоже способствует лучшему прилеганию металла к форме и уменьшению пористости изделия. Дополнительную проблему создает охлаждение. Форма должна подогреваться, чтобы металл не начал застывать до полной заливки.

Запустили как-то новую схему питания для печи. И начали в ней сгорать нагреватели. Со старым источником печь работает, с новым — нет. Вскрытие показало, что между нагревателями возникла электрическая дуга, пробой. Для пробоя нужны две вещи: газ и высокое напряжение. Источник газа понятен — это испаряющиеся воск и вода. Но откуда высокое напряжение? Источник питания — то низковольтный... Выяснилось следующее. Частота следования импульсов в новом источнике была такой, что одна из компонент спектра совпала с резонансной частотой системы источник-провода-печь. И напряжение, как говорят инженеры, задралось... Жизнь технолога полна неожиданностей.

**Л.Хатуль**

*Прошу помочь по технологии химического лужения медных проводников. Использовал рецепт*

*из интернета:*

*двухлористое олово 2-водное — 10 г/л,  
алюмоаммонийные квасцы — 300 г/л,  
температура — 18–25 град.*

*Но первый реактив при растворении в воде выпадал в осадок белыми*

*хлопьями, второй в указанном количестве не растворяется, осаждения олова на меди не происходит.*

*В чем ошибка,  
какова технология осаждения?*

*Николай*



## ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ

*Уважаемый Николай,*

*Ваше письмо еще раз подтверждает справедливость мнения, что интернету грозит гибель от огромного и все увеличивающегося количества мусора. В данном случае трудно сказать, является ли найденный Вами «рецепт» чьей-то шуткой (довольно злой, если учесть трудности с реактивами) или следствием вопиющей химической безграмотности. В любом школьном учебнике химии написано, что олово в ряду напряжений стоит до водорода, а медь — после. Поэтому медь не вытесняет олово из раствора его солей. Самопроизвольно может идти только обратный процесс — вытеснение олова медью.*

*Отсюда не следует, что олово нельзя осадить на меди чисто химическим способом, не прибегая к электролизу. Но для этого необходимо сильно изменить потенциал меди в сторону отрицательных значений. Это достигается добавлением в раствор очень сильных комплексобразователей, например тиокарбамида или цианидов (в последнем случае используют сильнощелочную среду во избежание выделения в воздух синильной кислоты).*

*Второй способ химического оловянирования (этот неуклюжий термин используют технологи) — применение дополнительного электроотрицательного электрода (например, в виде гранул или пластинок цинка), который в контакте с медью образует гальванический элемент с разностью потенциалов, достаточной для выделения олова на поверхности покрываемых им изделий. Есть и другие, довольно трудоемкие способы. Они описаны, например, в книгах: К.М.Вансовская *Металлические покрытия, нанесенные химическим способом*; С.Я.Грихелес, К.И.Тихонов. *Электролитические и химические покрытия*.*

*Теперь по поводу осадка при растворении в воде дихлорида олова. Так и должно происходить:  $\text{SnCl}_2$  образован очень слабым основанием (гидроксидом олова) и сильной кислотой (соляной) и в растворах, особенно в разбавленных (в присланном рецепте — около 1%), сильно гидролизуются с выпадением осадка основного хлорида. В различных рецептах, в которых используется эта соль, в раствор добавляют кислоту, которая подавляет гидролиз.*

*И последняя ошибка в рецепте — совет растворить в литре воды 300 г аммонийалюминиевых квасцов. Растворимость этой соли составляет при комнатной температуре менее 72 г/л, при 30°C — 100 г/л, при 50°C — 190 г/л, и только в очень горячем растворе она превышает 300 г/л. Но чем горячее раствор, тем сильнее идет гидролиз хлорида олова...*

*В общем, радиолюбители не зря пользуются простым «дедовским» методом — лудят медные провода оловом с канифолью в качестве флюса.*

**Консультант  
И.Леенсон**

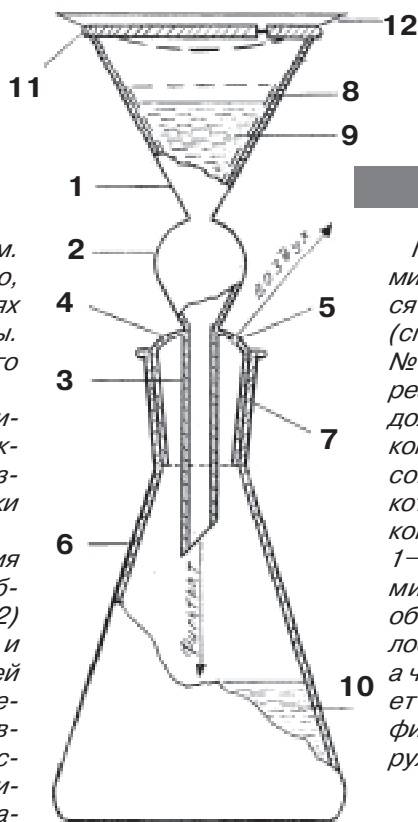


# Усовершенствованная воронка для фильтрования

С воронкой для фильтрования при обычном давлении (см. «Химию и жизнь», 1997, № 8–9) работать трудно — надо, чтобы совмещались отверстия в шлифованных частях керна воронки и муфты конической плоскодонной колбы. Этого можно добиться только при помощи специального оборудования, которое есть не в каждой лаборатории.

В настоящей заметке описана конструкция модифицированной воронки, у которой нет этого недостатка, а также методика работы с ней. Предлагаемая воронка разработана на базе выпускаемой промышленностью воронки ВФ-2.

Схема модифицированной воронки для фильтрования представлена на рисунке. Устройство состоит из собственно воронки (1) с грушеобразным расширением (2) в месте перехода воронки (1) в отводную трубку (3) и полого конуса (4) со сквозным отверстием (5) в верхней нешлифованной его части. Отверстие несложно проделать в любой стеклотрувной мастерской. Воронку вставляют в приемник для сбора фильтрата — коническую плоскодонную колбу Эрленмейера (6) с конической горловиной (7). Далее в воронку помещают фильтр (8) и заливают фильтруемый раствор (9). Фильтрат (10) стекает в колбу (6) и вытесняет воздух, который выходит через отверстие (5).



При работе с легколетучими жидкостями рекомендуется использовать устройство (см. «Химию и жизнь», 2001, № 5), состоящее из отрезка резиновой трубки (11) с продольным разрезом от одного конца до другого, а также часового стекла (12), диаметр которого превышает диаметр конической части воронки на 1–2 см. Зазор между концами резиновой трубки (11) обеспечивает сообщение полости воронки с атмосферой, а часовое стекло препятствует испарению легколетучей фильтруемой жидкости в окружающую среду.

Кандидат  
химических наук

**Кесаманлы Махмуд Фагам оглы,**  
Баку

«В школьных учебниках по химии, а также в пособиях для поступающих в вузы написано, что в ряду активности металлы, стоящие левее, вытесняют из солей металлы, стоящие правее. Но разве калий может вытеснить из раствора натрий? И еще, нас учили, что в ряду фтор — хлор — бром — иод более активный галоген вытесняет менее активный из его соединений. А в книге Р.А.Лидина и В.А.Молочко «Химия для абитуриентов», на с. 115, написано: «Галоген с меньшим порядковым номером всегда вытесняет галоген с большим порядковым номером из бескислородных солей последнего; для кислородсодержащих солей наблюдается обратное». Первая часть этого правила понятна, например, хлор вытесняет иод из иодидов:  $Cl_2 + 2KI \rightleftharpoons I_2 + 2KCl$ . Но разве может иод вытеснить хлор?

Сергей Волков, Челябинск

Химия — не математика. В последней все законы выполняются всегда и неукоснительно. Например, площадь плоского треугольника всегда равна половине произведения основания на высоту — и никаких исключений. В химии же трудно найти правило, закон, формулировка которого не требовала бы таких слов, как «обычно»,

«в большинстве случаев», «как правило» и т. п. За годы существования журнала в «Школьном клубе» было рассмотрено немало таких примеров, когда «химические правила» нарушались. Вот лишь некоторые из них. Бесцветный раствор фенолфталеина окрасился в малиновый цвет при добавлении нескольких капель разбавленной серной кислоты. В другой пробирке несколько капель этой же кислоты вызвали выпадение осадка гидроксида металла. В третьей слабая кислота вытеснила более сильную из ее соли. В четвертой смешали слабый окислитель и щелочной растворы и получили сильноокислительный раствор. В пятой такое же превращение произошло при смешении нейтрального и щелочного растворов. В шестой слабая кислота вытеснила сильную щелочь. В седьмой медь растворилась в водном растворе кислоты с выделением водорода. В восьмой водород выделился при растворении металла в азотной кислоте. В девятой... Ряд можно продолжать до бесконечности. И в каждом случае, оказывается, существует реакция (а то и не одна), которая идет с видимым нарушением всех и всяческих правил.

Вот и с вытеснением одних металлов другими. На бумаге можно написать все, что угодно, а на практике? Рассмотрим, например, так называемый вытеснительный ряд; более точное его название — ряд электрохимических потенциалов или ряд стандартных электродных потенциалов. Прежде всего, этот ряд составлен для стандартных условий: давление водорода равно 1 атм, концентрация всех ионов 1 моль/л, среда водная. На-



рушение хотя бы одного из этих условий может заметно изменить расположение металлов в ряду. Например, в растворе ацетонитрила  $\text{CH}_3\text{CN}$  стандартный потенциал меди, который в водном растворе равен  $+0,34 \text{ В}$ , становится отрицательным ( $-0,28 \text{ В}$ ), так что медь располагается левее не только водорода, но и свинца и потому выделяет водород из раствора кислот.

В то же время совершенно очевидно (и автор письма это хорошо понимает), что калий не может вытеснить натрий из водного раствора его соли, потому что оба металла бурно реагируют с водой. Более того, даже со значительно менее активным металлом, алюминием, реакция вытеснения им меди из растворов медных солей тоже не всегда идет гладко. Еще в середине XIX века химики заметили, что далеко не все равно, с какой медной солью реагирует алюминий. Так, с хлоридом меди реакция идет довольно быстро, с ацетатом меди — медленно, а с сульфатом или нитратом меди она почти не идет. По-видимому, анионы принимают участие в удалении защитной оксидной пленки с поверхности алюминия, которая препятствует этому металлу проявлять его активность. Например, если к синему раствору медного купороса добавить крепкий раствор поваренной соли, цвет изменится на зеленый, и, если в такой раствор опустить алюминиевую проволоку, начнется выделение меди и одновременно энергичное выделение водорода. При повышении температуры реакции сильно ускоряется. Выделение водорода происходит в результате реакции алюминия с водой:  $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2$ . Осаждение меди на алюминии приводит к образованию гальванической пары, которая значительно ускоряет его реакцию с водой.

По поводу второго вопроса можно с уверенностью сказать, что авторы пособия не ошиблись. Еще в 1826 году совсем молодой, но уже известный в научных кругах Ф. Вёлер опубликовал в журнале «Анналы физики и химии» (его с 1824 года издавал немецкий физик И. Поггендорф) статью, в которой описал результаты опытов по нагреванию иода с бертолетовой солью. В результате реакции образовался иодат калия  $\text{KIO}_3$ , то есть иод действительно вытеснил хлор из его соли — хлората калия! Выделяющийся хлор реагировал с избытком иода с образованием хлорида иода  $\text{ICl}$ .

Через 43 года немецкий химик Х. Кеммерер исследовал ту же реакцию в подкисленном растворе. Оказалось, что соотношение продуктов зависит от концентрации реагентов. Так, в сильноокислых растворах реакция шла в основном по схеме  $2\text{KClO}_3 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{KIO}_3 + \text{Cl}_2$ , а частично (как и у Вёлера) — по уравнению  $\text{KClO}_3 + \text{I}_2 \rightleftharpoons \text{KIO}_3 + \text{ICl}$ . В слабоокислой среде реакция шла иначе, но все равно получался иодат калия:  $10\text{KClO}_3 + 6\text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 10\text{KIO}_3 + 2\text{HIO}_3 + 10\text{HCl}$ .

Смысл всех этих реакций понятен и не вызывает удивления: бертолетова соль, особенно в кислой среде или

при высокой температуре, — сильный окислитель и потому может окислить иод. То есть реакция  $\text{Cl}^{+5} + \text{I}^0 \rightleftharpoons \text{Cl}^+ + \text{I}^{+5}$  (хлор может восстановиться также до  $\text{Cl}^+$ ) должна вызывать не большее удивление, чем знакомая каждому школьнику реакция  $\text{Cl}^+ + \text{I}^0 \rightleftharpoons \text{Cl}^+ + \text{I}^0$ , в которой атомы хлора также являются окислителем, а атомы иода — восстановителем. Но чисто формально получается, что если во втором случае хлор вытесняет иод из его соединения, то в первом реакция идет «наоборот», хотя и не противоречит никаким химическим законам.

**И. Леенсон**

Можно ли каким-то образом связать уравнение константы диссоциации и уравнение произведения растворимости для слаборастворимого основания (например, гидроокиси железа)?

Юрис Земетис, Рига

**На ваш вопрос отвечает Илья Леенсон.**

Вот что написано по этому поводу в «Справочнике по аналитической химии» Ю. Ю. Лурье.

При вычислении растворимости малодиссоциированного вещества в воде по величине произведения растворимости следует учитывать:

- 1) реакции образующихся катионов с гидроксильными ионами воды;
- 2) реакции образующихся анионов с ионами водорода;
- 3) ионную силу раствора, от которой зависят коэффициенты активности;
- 4) возможность образования комплексных ионов (например, в растворах  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  присутствуют ионы:  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{FeOH}^+$ ,  $\text{HFeO}_2^-$ ).

Выполнение таких расчетов описано в учебниках аналитической химии, наиболее полно — в книге Н. П. Комарь «Основы качественного химического анализа», том 1. Кроме того, следует учитывать наличие в растворе недиссоциированных молекул растворенного вещества, концентрацию которых находят делением произведения растворимости (ПР) соответствующую величину константы диссоциации К. Особое внимание следует обратить на п. 3. Ведь если считать не активности, а концентрации, то, например, для  $\text{HgS}$  (ПР =  $10^{-52}$ ) «концентрации» ионов равны  $10^{-26}$  моль/л. Постоянная Авогадро равна лишь  $6 \cdot 10^{23}$ , и в огромной емкости с раствором над осадком нет ни одного иона ртути или сульфида! Если же принять во внимание, что в сильно разбавленных растворах активности радикально отличаются от концентраций, результат будет вполне разумным (такие расчеты описаны в учебной литературе).





## Комплексное сопровождение кадровых решений Отдел по работе с промышленными компаниями

Одно из ведущих направлений деятельности компании **GRP-Service** — подбор персонала для компаний, работающих в промышленных секторах: **Химическая промышленность, Производство, Информационные технологии, Строительство и оборудование, Нефтегазовая отрасль, Медицина и фармацевтика и пр.**

### Наши консультанты имеют большой опыт работы по подбору следующих специалистов:

- руководителей среднего и высшего звена (начальников отделов, региональных менеджеров, руководителей направлений);
- специалистов в области продаж (менеджеров по продажам, по работе с ключевыми клиентами, технико-коммерческих представителей);
- IT-специалистов (help-desk-специалистов, системных администраторов, программистов);
- специалистов по маркетингу, рекламе и PR;
- технических специалистов (сервисных инженеров, инженеров-разработчиков, инженеров АСУ ТП, инженеров КИПиА, инженеров-электронщиков, технологов);
- специалистов в области химии и физики (химиков-аналитиков, химиков-органиков, химиков-технологов);
- административных работников (бухгалтеров, секретарей, офис-менеджеров, переводчиков).

GRP-Service успешно сотрудничает с такими компаниями, как **Unilab, Huntsman, Предприятие Остек, Honeywell, Watts Industries, Оптима, Ultra Motor Company, СИС Инкорпорейтед, Фавор-М, Mars, Colgate Palmolive, Motorola, Мегафон, Би-лайн, Danone, Hilti, Accenture, Обибанк, Роспромбанк, Метрополь, Русский Алюминий, Marriott, Новус Фудз, Центральный телеграф, МАКОМНЕТ, ИнкомТел, Вента-Транс, Фаматек, Астра-Зенека** и другие.

### Наши преимущества и особенности:

- обширная база данных — по специалистам технических специальностей, в том числе свежая база резюме технико-коммерческих представителей, работающих на рынке химической промышленности;
- каждый из наших консультантов специализируется на определенном сегменте рынка труда, что способствует быстрому закрытию вакансий;
- представляя кандидатов заказчику, мы руководствуемся принципом качества, а не количества, то есть предлагаем рассматривать только тех кандидатов, которые наиболее полно отвечают поставленным требованиям и имеют положительную репутацию на рынке труда.

Мы с большим вниманием относимся к каждому клиенту, стараемся учитывать все его пожелания и предлагаем ему наиболее удобную схему сотрудничества. В нашем агентстве работают профессиональные психологи, которые при необходимости готовы провести оценку интеллектуальных и личностных качеств кандидатов (ассесмент-центр, психологическое тестирование, деловая игра и т.д.)

### Контакты:

тел./факс 254-0825/30,  
e-mail: [nkotelnikova@grp-s.ru](mailto:nkotelnikova@grp-s.ru),  
[www.grp-s.ru](http://www.grp-s.ru)

Аппарат частоты воздуха ТЧР — 99,9999%

Аппарат частоты воздуха ТЧВ — 99,9999%

Аппарат частоты воды ВЧВ — 10 МГц/см

**ООО ХимТарСервис**

110000 Москва, Пресненский район, ул. Сущевский бульвар, д. 40, стр. 20, 4-й этаж  
Телефон: +7(495) 254-0825, факс: +7(495) 254-0830, e-mail: [nkotelnikova@grp-s.ru](mailto:nkotelnikova@grp-s.ru) [www.grp-s.ru](http://www.grp-s.ru)



# ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ



**СМИ И ТЕХНОЛОГИИ**  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

**12-15 октября 2004**  
№ 1805-1810-1811  
1812-1813-1814

Содержание программы:  
• Связь: Технологии  
• Связь: Технологии

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**  
**УЧАСТНИКИ:**  
**СЪЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ**  
**РАДИО КОРАБЛИ**  
**Россия и PTT (Mail, Baypass)**  
**Бразилия**



**IMIP**

**www.IMIP.ru**      **800-25-555**

**12-15 октября 2004**

Содержание программы:  
• Связь: Технологии  
• Связь: Технологии

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**  
**УЧАСТНИКИ:**  
**СЪЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ**  
**РАДИО КОРАБЛИ**  
**Россия и PTT (Mail, Baypass)**  
**Бразилия**

# Прикол-звезда Колчака

*В ноябре сего года — скромная годовщина: 130 лет со дня рождения адмирала Александра Васильевича Колчака — знаменитого полярного исследователя, флотоводца, героя Первой мировой, а затем — одного из столпов Белого движения. Трагическая судьба безусловно великого человека, заслуги которого перед родиной оказались стерты в долгой истории советского периода.*

*Если что и помнили, то другое: злодей. Как говорил другой великий: «Горе побежденному, ибо его историю напишет враг».*

*Однако уже в конце века прошлого и в самом начале века нынешнего Колчака пытались официально реабилитировать. Этим занималась специальная комиссия, но результат ее деятельности оказался, к сожалению, предсказуемым: в реабилитации отказали.*

*Что ж, ясно: Россия не Испания и историческое примирение, равно как и взаимное покаяние за братоубийство, нам пока не светит. Это испанцы могли склонить головы перед памятью погибших во время своей гражданской войны и поставить им покаянный памятник — и тем, и другим.*

*И все-таки... В конце 90-х годов на 1-м канале российского телевидения шел цикл фильмов под общей рубрикой «Гении и злодеи уходящей эпохи». Именно туда Колчак и угодил! И это, как ни странно, верно. Одни показывают (на фактах), что он гений, другие (на фактах же), что злодей. Вся проблема в том, кто и как оценивает.*

*Сценарий этого фильма был написан Борисом Горзевым. Предлагаемая вашему вниманию статья — переработка автора специально для «Химии и жизни». О Колчаке-исследователе и ученом, о гении флотоводца, о психологии выбора, который оказался трагическим.*

Расстрел был предreshен. Еще за несколько недель до того, в январе 1920-го, в Иркутск поступила директива: «Не распространяйте никаких вестей о Колчаке... а после занятия нами Иркутска пришлите строго официальную телеграмму с разъяснением, что местные власти до нашего прихода поступили так... Беретесь ли сделать архинадежно?» И подпись: «Ленин».

В ту ночь, оказавшуюся его последней ночью, с 6 на 7 февраля 1920 года, Колчак не спал. Ранним утром к нему в камеру вошел председатель иркутского Губчека Чудновский и прочел постановление ревкома о расстреле. Всё уже знавший наперед, Колчак тем не менее оказался искренне удивлен: «Таким образом, надо мною не будет суда?»

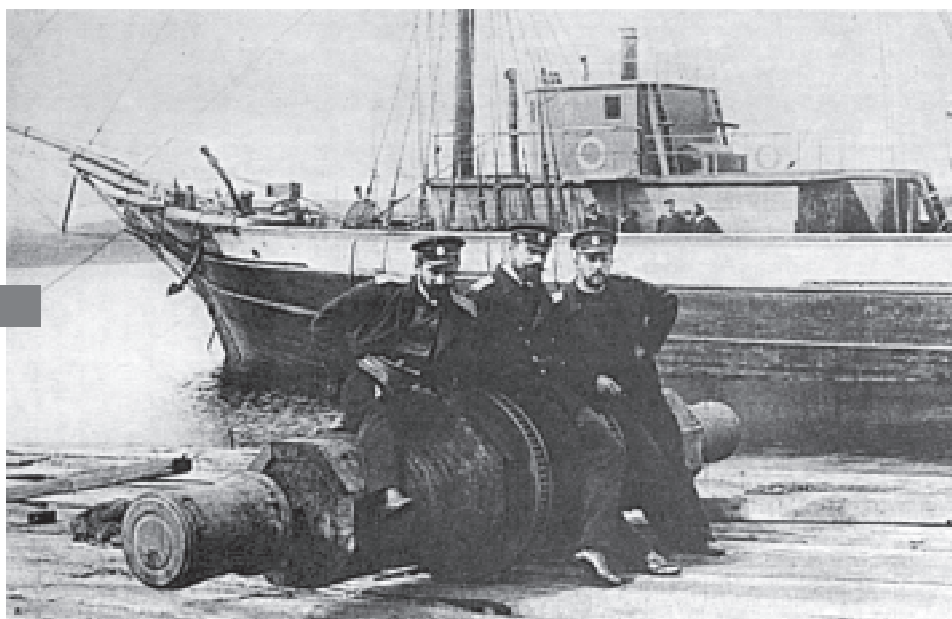
Да, суда над ним не было. Не то было время и не то место, где могли бы провести следствие, суд, казнить или оправдать. Какой там суд — святая наивность! И наивность этого несомненно выдающегося (а по мнению многих современников — гениального) человека, наивность, ввергшая его в политическую аван-



тюру, в политическую игру, которая была абсолютно противна природе его души, в конце концов Колчака и сгубила. Это просто поразительно! Но поразительно для тех, кто не знал или не знает до сих пор, каким же в действительности был этот человек — ученый, герой-адмирал, командующий, Верховный.

Гений и злодейство... Совместны ли они в одном человеке? Ответ на этот сакраментальный вопрос дает не статистика, а судьба каждого из таких людей. И все-таки позволим себе сказать: Колчак принадлежал к той редкой категории исторических деятелей, для которых гений несовместен не только со злодейством, но и просто с чем-то безнравственным, аморальным, низким. Нет, он не был святым, и последние два года его жизни — тому подтверждение. Но цепь его ошибок в эти годы потому в конце концов и стянула удавкой его горло, что этот тяжкий путь он выбрал себе сам. Да, именно за два года до своей гибели он, Колчак, мог сказать «нет». Сказал бы он тогда это самое «нет», и его имя впоследствии стало бы легендарным, украсило бы географические справочники, борта кораблей, а острова и проливы носили бы имя своего первопроходца и исследователя.

Но адмирал Колчак сказал «да». Потому что за все сорок шесть лет своей жизни ин-



Лейтенант  
А.В.Колчак (слева)  
у борта шхуны  
«Заря» (1900 г.)



## ПОРТРЕТЫ

когда не выбирал окольных путей. Только по прямой. И только к главной, главенствующей цели — цели всей жизни. К Южному полюсу ли (было и это), к овладению проливами — Босфором и Дарданеллами (такая цель, и вполне реальная, ставилась им тоже), — что ж, то были цели большие, но не главные. Главной же была — величие родины, России. Именно такой была его звезда, звезда Колчака — его Прикол-звезда, по-поморски звезда Полярная, манящая, притягивающая, влекущая точно и прямо на север.

И все-таки: пусть больная история России XX столетия распорядилась иначе, но имя Колчака из ее страниц, особенно арктических освоений, вычеркнуть нельзя. Слишком уж многое он для России сделал. Слишком могуч оказался рефлекс цели.

### На поиски сибирской Атлантиды, или Колчак-Полярный

А в гениальности, заметим, никуда не деться от генов. И вправду, так. Прапрадедом Колчака был — кто бы думали? — турецкий генерал Колчак-паша, когда-то плененный в бою русским фельдмаршалом Минихом и затем нашедший в России вторую родину. Отец Колчака, Василий Иванович, служил в морской артиллерии, участвовал в обороне Севастополя на Малаховом кургане, ушел в отставку в чине генерал-майора... Море и боевая слава, море и высшие офицерские чины. Вот такая родословная...

А наш герой, будущий адмирал Колчак? Призвание этого высокоодаренного юноши — конечно же, море. Однако не только оно. С блеском окончив Морской кадетский корпус, Колчак уже во время первых своих загранич-

ных плаваний начинает заниматься наукой — океанографией, гидрологией, изучает южнополярные страны. Владеет тремя европейскими языками, прекрасно знает лоции всех морей. Мечта? Нет, вовсе не лавры флотоводца или политика. Продолжить дело Беллинсгаузена и Лазарева — найти Южный полюс. Вот так!

Прикол-звезда его уже поманила. Ученые записки двадцатилетнего морского офицера высоко оценил адмирал Макаров и представил их императорской Академии наук. А вскоре на стоянке в Пирее, куда прибыл броненосец «Петропавловск», лейтенанта Колчака разыскивает известный русский географ барон Эдуард Толль. Разыскивает и делает неожиданное предложение: принять участие в организуемой Академией наук Русской полярной экспедиции. Колчак сразу же отвечает «да». Потому что в экспедиции, возглавляемой, судя по всему, безумным смельчаком Толлем, речь идет не о чем-нибудь — о поисках Земли Санникова, сибирской Атлантиды. Невероятный риск, но какой счастливейший дар судьбы! Ведь это, полагает Колчак, пролог его будущей антарктической экспедиции!

А пока — подготовка к экспедиции арктической. Изучение геофизики, магнитологии и, наконец, стажировка у самого Фригтофа Нансена...

Эта эпопея — Полярная экспедиция Толля-Колчака, длившаяся в течение четырех лет, с 1900 по 1904 год, — войдет в историю русского освоения Арктики. Войдет, но имя Колчака уже вскоре, в советские времена, будет стерто с ее страниц. А ведь именно после той экспедиции ее героя стали называть Колчаком-Полярным.

Он пережил там две зимовки, каждая — по одиннадцать месяцев. По

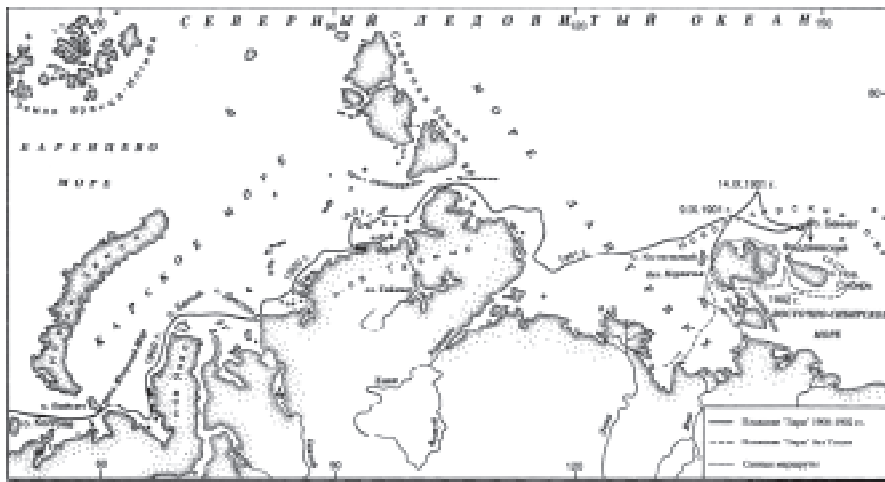
одиннадцать! После его исследований береговая линия Западного Таймыра и близлежащих островов приобрела совершенно новые, истинные очертания. Поездка Колчака по льду севернее острова Бельковский привела к открытию там круглогодичной заприпайной полыни. Один из открытых Колчаком островов у берегов Таймыра Толль назвал именем Колчака. А кроме того — астрономические и орнитологические наблюдения. Только одержимые (или вправду безумцы?) Толль и Колчак — как руководители — могли вытянуть на себе такое! И это в те времена, когда еще не было радио, свирепствовала цинга, а шхуна «Заря», на которой они пробивались на север, едва ли была достаточно приспособлена для уверенного плаванья в тяжелых льдах.

Вот льды и сделали свое дело — не пустили шхуну дальше, к Земле Беннетта, за которой, как надеялся Толль, лежала его Земля Санникова. И Толль решил идти туда по льду пешком. Взял с собой трех спутников и ушел, ушел, как потом выяснилось, навсегда, исчезнув в снежной пустыне. А перед тем наказал Колчаку доставить в Петербург собранные материалы и коллекции. И готовить новую экспедицию.

В конце 1902 года Колчак добрался до Петербурга и сделал экстренный доклад в Академии наук. Говорил об открытиях, о проделанной работе и об участии Толля. Колчак надеялся, что барон жив, что он зазимовал в снежной хижине на Земле Беннетта. Теперь необходимо его спасти. То есть организовать новую экспедицию. Академические мужи ему отвечали: «Это такое же безумие, как и шаг барона Толля». Поначалу один адмирал Макаров поддержал: вызвался спасти Толля на своем ледоколе «Ермак». Но в конце концов упорная уверенность и непреклонная воля молодого лейтенанта Колчака взяли верх: Академия дала ему средства и полную свободу действий. И на следующий же день Колчак выехал из Петербурга в Архангельск. Оттуда — путь в Сибирь.

...Двигались на собаках, в кромешной тьме, в мороз под сорок градусов. Люди выдерживали, а собаки — нет. Добрались до открытого моря. И Кол-





чак с шестью гребцами вышел на шлюпке в Ледовитый океан. Шли сорок два дня — то на веслах, то под парусом. Без горячей пищи — лишь сухари и консервы, водка и шоколад. Сорок два дня! Было ли в истории освоения Севера подобное путешествие? Ответ: не было.

6 августа 1903 года гребцы наконец достигли Земли Беннетта. Увы, барона Толля и его товарищей там не оказалось; нашли только хижину, а в ней ящик с образцами пород и последнее письмо — не жене, а президенту Академии наук. В этом письме Толль сообщал, что попытается вернуться пешком на Новосибирские острова, к складу с провизией.

Значит, понял Колчак, остается последнее: идти обратным путем на Новосибирские острова. Вновь этот, только что пройденный, немислимый путь!

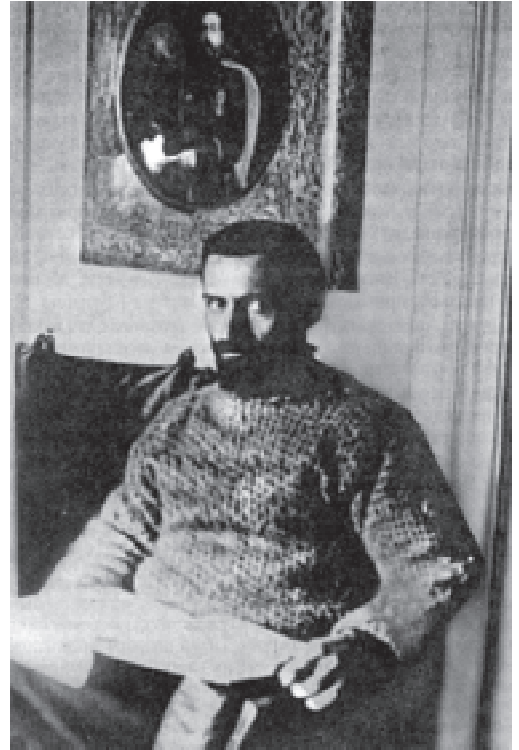
И Колчак его прошел, проплыл. Но отчаянного смельчака барона Толля и здесь не оказалось. Склад провизии, к которому он пробивался из последних сил, оказался нетронутым. Надежда умерла. Как до того и сам Толль.

Потом Колчак еще ждал, пока замерзнет море, перешел по льду на материк и в течение двух месяцев добирался до Якутска. Вот и все. Обе Полярные экспедиции завершены. Почти четыре года жизни...

В 1928 году, уже через восемь лет после расстрела Колчака, в США Американским географическим обществом была издана книга «Проблемы полярных изысканий». Ее автор — адмирал (тогда — лейтенант) Колчак. А что в России? В России эту же книгу под названием «Льды Карского и Сибирского морей» опубликовали вскоре после Русско-японской войны. Этот фундаментальный труд Колчака считается классическим по гидрологии Ледовитого океана. Кто теперь это знает? Однако удивительно или нет, но все, кто в последующие, уже советские годы двигался по той коварной дороге, которая называлась Главсевморпуть, все они пользовались ледовыми лопатками

Маршруты Полярной экспедиции Толля-Колчака в 1900–1902 г.г.

А.В.Колчак  
в каюте шхуны «Заря»  
(1901 г.)



лейтенанта Колчака-Полярного. Пользовались, да только не знали чьими.

Впрочем, тогдашняя Россия воздала Колчаку должное: за свои полярные исследования и подвиги он был награжден орденом Святого Владимира 4-й степени, а Академия наук и Императорское географическое общество удостоили его Большой золотой медали (заметим, что до Колчака ею были награждены всего два исследователя).

Казалось бы, блестящей карьере моряка-исследователя уже не сможет помешать ничто. Север пройден. Теперь — вожделенная мечта: Южный полюс. Но судьба решила иначе. Распорядиться жизнью Колчака с этого момента стала война. Русско-японская, Первая мировая, Гражданская. Одним словом — война.

Теперь тридцатилетнего Колчака, героя северных одиссей, Колчака-Полярного, ждали совсем иные, уже не северные румбы.

### Командир, флотоводец

До Якутска, где Колчак приходил в себя после только что завершенной полярной экспедиции, докатилась весть о начале Русско-японской войны. И Колчак тут же дает телеграмму в столицу, в Академию наук, прося разрешения отправиться из Якутска прямо в Порт-Артур. Там, в Петербурге, его не поняли: а отчет об экспедиции, а новые исследования? Понял лишь один человек — президент Академии наук великий князь Константин Константинович, который и позволил герою Севера отправиться прямо к театру военных действий. И Колчак совершает свой очередной тысячеверстный путь по Сибири, на сей раз на юг.

Скажем коротко: за геройство, проявленное в той войне, Колчак был на-

гражден орденом Святой Анны 4-й степени, а вскоре, отмечая его заслуги на море и в сухопутной обороне Порт-Артура, царь пожаловал Колчака Золотой саблей с надписью «За храбрость» и орденом Святого Станислава 2-й степени с мечами...

Заглянем немного вперед, на десятилетие. Впоследствии военные историки признают, что лучшими адмиралами русского флота в периоды Русско-японской и Первой мировой войны были четверо: Макаров, Эссен, Непенин и Колчак. Да, и Колчак. Четвертый, а затем — первый. (Справка: С.О.Макаров погиб в Русско-японской войне в 1904 году; Н.О.Эссен умер в 1915 году; А.И.Непенин убит революционными матросами в 1917-м; А.В.Колчак расстрелян в 1920-м.)

Несколько следующих после Русско-японской войны лет — вновь исследовательская работа, на сей раз в составе гидрографической экспедиции. Цель этой экспедиции — открытие и освоение Северного морского пути. Год плавания в полярных морях командиром исследовательской шхуны «Вайгач»... Но вот, находясь во Владивостоке, Колчак получает телеграмму из Петербурга от военного министра с просьбой принять участие в работе Морского генерального штаба. Колчак возвращается в столицу, и с этого момента фактически завершается его жизненный этап как исследователя. Потому что он понимал: назревает новая война и главное теперь — это спасение Отечества.

Да, потом была Первая мировая война, морские сражения на Балтике и Черном море. Военные заслуги Колчака несомненны, и равно стремительна его карьера: капитан 1-го ранга, контр-

адмирал, вице-адмирал (и это всего-то менее чем за два года!). Его отличительные качества как командующего: решительность, тонкий расчет, неистощимая энергия и невероятная смелость, граничащая почти с безумством. Но вот что главное — всегда удача, победа. Приведем лишь несколько примеров.

В первые часы войны Колчак закрывает сильным минным полем вход в Финский залив. Эффектно и эффективно — столица спасена. Осенью 1914 года в составе нескольких кораблей, рискуя ими, прокрались в логово неприятеля, выставляя минные заграждения около крупнейших германских военных баз — Киля и Данцига. Что называется, щелчок по носу кайзера. Через несколько месяцев — повторный рейс к Килю на флагманском крейсере «Россия», во главе с тогдашним командующим Балтфлота адмиралом Эссеном. Их обнаруживают немцы. Эссен приказывает возвращаться, но Колчак его переубеждает: «Господин адмирал, я прошу вас повременить с возвращением! Мы должны провести операцию, хотя бы ценой своей гибели». Командующий флотом — невиданное дело! — отменяет свое первоначальное решение...

Еще через месяц, в феврале 1915-го, Колчак, охраняемый крейсерами, направляется в очередной дерзкий поход, опять к Данцигу, ставить минные заграждения. Флагманский крейсер «Рюрик» наскакивает на подводные камни, дается команда по радио: «Операция отменяется. Всем возвращаться на базу». И тут же — радио от Колчака флагману, адмиралу Эссеному: «Прошу дать добро продолжать операцию без охранения». Эссен уже хорошо знает Колчака: с ним и вправду сам Бог... С Богом или без него, но Колчак сделал свое дело: дошел без охраны до Данцига, выставил мины, на которых вскоре подорвались: четыре германских крейсера, восемь миноносцев, одиннадцать транспортов! И финал этой истории: после случившегося командующий германским флотом запретил своим кораблям выходить в Балтику до тех пор, пока не будут найдены способы борьбы с русскими минными кораблями и самими минами. Морская история Первой мировой войны на Балтике ничего подобного не знала.

С сентября 1915 года Колчак — командир Минной дивизии Балтфлота и одновременно командир всех морских сил Рижского залива. Именно с этого момента будущий адмирал покажет еще один свой талант, может быть, для высшего морского офицера главный — флотоводческий. А пока за активную оборону Рижского залива он удостоивается белоодежного крестика ордена Святого Георгия 4-й степени, за

тем получает высшую русскую воинскую награду — орден Святого Георгия 4-й степени и к весне 1916 года производится в контр-адмиралы.

Признаем: за полтора года войны в холодных водах Балтики минный командир Колчак сделал почти невероятное. Это называется — роль личности в истории. В данном случае — военной.

Истории, однако, было угодно распорядиться в дальнейшем почти анекдотично: праправнук турецкого генерала Колчак-паши русский адмирал Колчак стал грозой турок. Правда, на время. Точнее, на короткое время — всего на год. И сделали это время столь коротким вовсе не турки, а свои же, русские. Вероятно, эти серьезные люди не желали, чтобы история наполнилась анекдотами.

Впрочем, все это случится потом, после февраля и особенно октября 1917 года. А пока...

Пока Колчак еще на Балтфлоте. В конце июня 1916 года им разгромлен крупный караван германских судов, шедший с рудой из Стокгольма для заводов Круппа. Несколько раз высаживает десанты в тылу у немцев. Ни о каких серьезных потерях у Колчака и речи нет: за два года войны ни он, ни адмирал Эссен не отдали ни Риги, ни Ревеля, ни Гельсингфорса, ни Аландов, не говоря уж о Кронштадте и самом Петрограде. А вот в 1941–1942 годах у новых адмиралов Балтфлота дела сложились куда как плохо.

Но развить свой успех на Балтике Колчак просто не успел. Пробыв контр-адмиралом всего несколько месяцев, он получает чин вице-адмирала и высочайшим повелением переводится командующим на Черноморский флот. Причем в Ставке его напутствует сам император, пожелавший самолично лицезреть балтийского героя...

Теперь предстояло героизировать на Черном море. Что Колчак незамедлительно и делает. Однако делает лишь до февраля 1917-го...

Известие о февральских событиях в столице застало Колчака в Батуми, на совещании с главнокомандующим Кавказской армией. Пришла срочная телеграмма из Морского генерального штаба: «Адмиралу Колчаку. Расшифровать лично. В Петрограде произошли крупные беспорядки. Город в руках мятежников, гарнизон перешел на их сторону».

С этого момента, постепенно, но неукоснительно, началось то, что для Колчака — как командующего — стало крушением флота, а для Колчака-патриота — крушением Родины.

*«Это хуже, чем проигранное сражение. Это хуже даже проигранной кампании, ибо там все-таки остается хоть радость сопротивления и борьбы, а здесь только сознание бессилия пе-*



## ПОРТРЕТЫ

*ред стихийной глупостью, невежеством и моральным разложением» (из письма Колчака от 9 мая 1917 года).*

9 июня 1917 года было последним днем Колчака на Черноморском флоте. К нему в адмиральскую каюту ворвались комитетчики и потребовали сдать оружие. Всегда хладнокровный, Колчак впервые не сдержался и велел им убираться вон. Потом приказал построить команду крейсера. Высказал все, что посчитал нужным. Матросы слушали молча, явно сочувствуя адмиралу. Потом Колчак отстегнул с пояса ножны с Золотой саблей, полученной за сражения в Порт-Артуре.

— Мое оружие вы не снимете с меня ни с живого, ни с мертвого. Не вы мне его вручали, не вы и возьмете!

И выбросил драгоценную для него саблю с надписью «За храбрость» за борт, в море.

На следующий день, 10 июня, бывший комфлота Колчак отправился поездом в Петроград. А оттуда — в самое длинное и, как оказалось, гибельное свое путешествие по маршруту Петроград — Лондон — Сан-Франциско — Токио — Сингапур — Пекин — Харбин — Владивосток — Омск — Иркутск.

## Бифуркация

В линии жизненного пути всякого человека, в его судьбе всегда есть некие точки выбора, и от решения, куда идти дальше, от правильности этого решения, зависит очень многое, если не все. Это — некая бифуркация (раздвоение), по типу: направо пойдешь, налево пойдешь...

Мы уже упоминали в начале, что за два года до своей гибели адмирал Колчак мог сказать «нет», отказавшись от предложения вернуться в Россию, чтобы участвовать в борьбе с большевиками. В тот момент Колчак находился в США. Сказал бы он тогда то самое «нет», и его дальнейшая судьба была бы несомненно благополучной: профессорское звание, которое ему предлагали, соответствующий оклад, научные экспедиции, собственный дом где-нибудь в Калифорнии, любящая семья. Но Колчак сказал «да». Потому что спасение Родины (Родины — в его понимании) было для него делом чести и все остальное в сравнении с этим для него меркло.

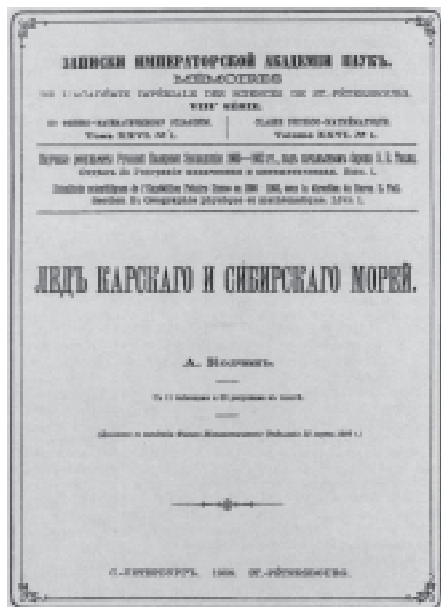


В ноябре 1918 года он оказался в Омске, проездом из Харбина в Севастополь, куда стремился, чтобы на Черном море сразаться с Советами. И там, в Омске, ему неожиданно предложили стать военным министром нового правительства Сибири, недавно освобожденной от большевиков. После недолгих колебаний Колчак согласился, а еще через две недели занял пост Верховного правителя. Верховного правителя России, уточним. Причем эта его верховная власть была признана всеми руководителями Белого движения, в том числе Деникиным, Юденичем, Миллером...

Пройдет немногим более года, и армия Колчака будет разгромлена. Винной тому не Колчак-командующий, а Колчак-политик. Как политик он оказался фигурой никчемной и все проиграл. Такие его прежде ценнейшие личностные свойства (в приложении, конечно, к сугубо военным талантам), как бескорыстие и бескомпромиссность, честность и рыцарство, верность слову и долгу, — все это теперь оказалось не столько невостребованным, сколько лишним, мешавшим делу. «Революцию в белых перчатках не делают» — а он, Колчак, хотел ее делать именно в белых перчатках. И потому проиграл.

И все-таки — почему?

Из психологии нам известно: любая личность стремится (чаще всего подсознательно) к тому, чтобы выбрать себе адекватную социальную среду — то есть то поле деятельности, где она, эта личность, смогла бы реализоваться в наилучшей степени и где были бы максимально востребованы ее качества. Если этого не происходит, если человек в силу каких-либо причин попадает в неадекватную себе социальную среду (или сам выбирает ее), то он, как правило, начинает вести себя неадекватно, совершает ошибки. Про таких людей говорят — неудачники. Они страдают, но исправить положение чаще всего не могут. Бывают, конечно, исключения, когда человек, осознав это несоответствие, вырывается из несвойственной его типу личности окружающей действительности. Но чтобы сделать подобное, необходимо сначала понять главное: ты не на



Титульный лист  
монографии  
А.В.Колчака

своем месте, ты занимаешься не своим делом, это не твой путь; в общем виде — не твоя среда.

Из всего, что уже было сказано нами о Колчаке, совершенно явно вытекает: он, адмирал, волею обстоятельств и, главное, в силу собственного выбора попал в совершенно неадекватную свойствам его личности социальную среду — в ту, которая сложилась в России после 1917 года. Мы сейчас не говорим — хорошая она была или плохая, мы рассуждаем строго формально: оказалась совершенно неадекватной свойствам личности Колчака. И потому — ошибка за ошибкой, а в результате — трагический конец, потому что осознать свое несоответствие новой обстановке, осознать и уйти из нее Колчак не смог.

Он оказался неприспособленным к новым условиям. Непластичным. Если угодно, ограниченным. Жизнь менялась стремительно, а он оставался прежним — с издавна присущим ему отношением к людям, со своими жесткими принципами, нравственной чистотой, рыцарством. Ничего менять в себе Колчак не то что не хотел — не мог. Принцип, известный из биологии: «Все живое приспособляется к изменениям внешней среды, чтобы выжить», — оказался несвойственным его психике.

Однако это уже следствие, а в чем причина? Почему адмирал Колчак, не только блестящий флотоводец, военный стратег, но и прославленный исследователь, ученый, совершил эту трагическую для него ошибку выбора? Почему вместо того, чтобы продолжить научные исследования, он сознательно выбрал политику и согласился возглавить борьбу в Гражданской войне?

Да, он всегда оставался патриотом, и то, что было необходимо родине (с его точки зрения), казалось ему главным. Но дело даже не в этом. Дело,

по сути, в том, что в психологии называется адекватностью самооценки. Таковой в момент главного выбора у адмирала Колчака не оказалось. Он решил, что сможет: сможет быть Верховным, сможет встать над партиями, сможет принудить союзников принять его условия, сможет бороться с коррупцией и так далее. Он не понимал, не чувствовал, не предчувствовал, что ничего этого у него не получится. Амбиции ли тому виной, слишком сильная вера в собственные силы, непонимание возникшей к 1918 году ситуации — так или иначе, но адмирал Колчак себя явно переоценил. Адекватной самооценки на сей раз ему явно не хватило. Теперь это были не льды Арктики, не морские сражения, когда будущий адмирал Колчак брал на себя всю ответственность и приходил к цели, побеждал, хотя в победу мало кто верил. Это была политическая борьба, в которой адмирал Колчак оказался трагическим неудачником. Шахматная партия, где в свод правил входят еще мерзость и полная безнравственность, аморальность.

У него еще была возможность бежать, переодевшись в солдатскую форму, но он отказался. Ему предлагали уйти в Монголию, но и это Колчак отверг. Своему конвою он предоставил полную свободу действий — и вся охрана покинула его. В эту ночь сорокашестилетний Колчак совершенно поседел...

Ранним утром 7 февраля 1920 года его вывели на берег притока Ангары реки Ушаковки на окраине Иркутска. Хотели завязать глаза — он отказался. Пожелал выкурить последнюю папиросу и, выкурив ее, бросил свой портсигар в подарок солдату из расстрельного взвода. Стоял молча — спокойный, стройный. И перед самым залпом стал по команде «смирно»...

Тело сбросили в прорубь, в ледяную воду. Судьба не изменила ему и в этом: Колчак-Полярный, он ушел под лед, навсегда растворившись в холодном безмолвии. Прикол-звезда, она же Полярная, манила его, манила и, когда он ей изменил, приколола.







## МЕДИЦИНА



### Лазерная диагностика для хроников

Многие хронические больные настолько привыкают к своему недугу, что не сразу замечают обострение. Московские ученые из Центра теоретических проблем физико-химической фармакологии РАН, Всероссийского научного центра по безопасности биологически активных веществ, НИИ педиатрии РАМН и НИИ общей патологии и патофизиологии РАМН разработали метод, позволяющий наблюдать за течением таких распространенных хронических болезней, как бронхиальная астма и инсулинозависимый сахарный диабет.

Московские ученые под руководством академика Л.А.Пирузяна обнаружили в крови у детей, страдающих тяжелой формой атопической бронхиальной астмы, макромолекулярные патологические комплексы. Образование этих комплексов сигнализирует об обострении болезни, а исчезновение — показатель эффективности лечения. Быстро обнаружить патологические комплексы можно с помощью метода лазерной корреляционной спектроскопии (ЛКС).

В основе метода лежит регистрация спектра лазерного излучения, прошедшего через жидкость. Специально разработанная компьютерная программа преобразует спектр в гистограмму, показывающую содержание частиц разного размера в исследуемой жидкости. Ученые исследовали сыворотку крови 50 детей в возрасте 10–16 лет, страдающих атопической бронхиальной астмой. Результаты тестирования ЛКС сопоставляли с данными клинических исследований. Для тестирования у детей брали каплю крови из пальца, разводили в 100 раз и помещали в кювету лазерного корреляци-

онного спектрометра ЛКС-30 (прибор создан в отделе молекулярной и радиационной биофизики Санкт-Петербургского института ядерной физики РАН). Дальнейший анализ проходил в автоматическом режиме.

При легкой и средней формах бронхиальной астмы макромолекулярные частицы сыворотки образуют комплексы с размерами частиц либо 3–10 нм, либо 100 нм. При тяжелой же форме заболевания в большом количестве появляются супермолекулярные комплексы размером от 1000 до 10 000 нм. При этом ученые наблюдали четкую корреляцию между клиническими показателями заболевания и данными ЛК-спектроскопии. Ранее московские специалисты обнаружили такие же патологические комплексы в крови детей, больных инсулинозависимым сахарным диабетом, причем тяжесть заболевания соответствовала выраженности этого комплексобразования. Поскольку такие же комплексы образует и ДНК, если внести ее в сыворотку крови, ученые предположили, что образование макромолекулярных комплексов у больных тоже вызвано молекулами ДНК, которые попадают в кровь в результате разрушения определенных клеток. Молекула ДНК, как известно, несет множество отрицательных зарядов, поэтому интенсивно связывает частицы, имеющие положительный заряд. В результате макромолекулы крови объединяются в комплексы и уже не могут выполнять свои функции.

Поскольку патологический комплекс образуется из-за появления в крови множества отрицательных зарядов, положение можно поправить, вводя в сыворотку крови химические соединения, нейтрализующие эти заряды. В случае бронхиальной астмы это удалось показать на примере метиленовой сини, вещества, стимулирующего окислительно-восстановительные процессы. Аэрозоль слабого раствора метиленовой сини впрыскивали в дыхательные пути морских свинок, и эта процедура спасала животных от нарочно вызванного спазма бронхов. Вместо острого приступа одышки лишь у части животных ученые наблюдали небольшое учащение дыхания, которое нормализовалось через минуту-другую.

Бронхиальная астма относится к тем болезням, которые медицина, несмотря на значительный прогресс, не может пока одолеть. Возможно, метиленовая синь и другие фармакологические регуляторы окислительно-восстановительных процессов помогут, наконец, победить бронхиальную астму и не только ее.

## психология

### «Беременные мужа», или Синдром кувад

*Если мужчина переживает беременность жены, как свою собственную, это не любовь, а истерический невроз — к такому выводу пришли московские психиатры Российского университета дружбы народов (Москва) после 15-летнего исследования.*

Некоторые молодые мужчины, имеющие беременных жен, испытывают те же неприятные ощущения и переживания, что и их супруги. За несколькими такими пациентами в течение пятнадцати лет наблюдал специалист кафедры психиатрии и медицинской психологии Российского университета дружбы народов В.В.Марилов. По мнению исследователя, в данном случае речь идет об истерическом неврозе, фундамент которого был заложен в детские годы, проведенные в суровых условиях матриархата.

Расстройство, о котором идет речь, называется синдромом кувад. Этот термин произошел от французского глагола «couver» — насиживать яйца, высиживать птенцов. Пациенты с синдромом кувад испытывают все «прелести» самочувствия беременной женщины: утреннюю слабость, ежедневную тошноту, повышение аппетита или полное его отсутствие, нарушение деятельности кишечника, боли внизу живота и в области поясницы, а также так называемые «боли соперничества», при которых у мужа болит тот же орган, что и у беременной жены. Эти ощущения сопровождаются раздражительностью, депрессией, внутренним напряжением, капризами и нетерпимостью к мнению других людей. Симптомы обычно возникают у мужа на третьем месяце беременности жены и к моменту родов исчезают примерно у трети пациентов. Еще треть исцеляется только после рождения ребенка, а у последней трети соответствующие ощущения остаются, пока у рожениц не пройдут послеродовые осложнения.

Все пациенты В.В.Марилова расценивали беременность жен как тяжелое заболевание и были негативно настроены к будущим детям, которые «отнимают здоровье матери». Кроме того, они ощущали угрозу и своему благополучию со стороны будущих детей, поэтому диском-



форт беременности жены «переносили» на себя. Эти ощущения подкреплялись неосознанным чувством вины перед женой, чувством «мужской неполноценности», взлелеянным с детства. Все пациенты выросли в сугубо матриархальных семьях, где главой была мать, а роль отца ограничивалась функцией продолжения рода. Больные и женились по выбору матери, при этом жены во многом походили на нее. В собственной семье пациенты, как и их отцы, оставались на вторых ролях. Кроме того, все они страдали разными сексуальными расстройствами, что также вызвало у них определенный комплекс неполноценности и вины перед женой.

За пятнадцать лет наблюдения многие пациенты с синдромом кувад пережили вторую беременность. Хотя жизненного опыта у них прибавилось, беременность жен все равно становилась для них стрессом. С первых дней эти горе-мужья скрупулезно следили за здоровьем супруги, не любили будущего ребенка, а заодно внимательно прислушивались и к собственным ощущениям, выискивая у себя соответствующие симптомы. Их состояние было практически зеркальным отражением состояния жены, хотя и менее выраженным, чем при первой беременности (возможно, за счет большей информированности пациентов). На сей раз в мужских переживаниях преобладала тревога уже не столько за здоровье жены, сколько за свое собственное. Довольно часто эта тревога распространялась на всю жизнь пациента, перерастая в паническое расстройство. Отцам семейства снились катастрофы и семейные неприятности. В конце концов бедные мужчины впадали в тоску и непрерывный пессимизм.

В.В.Марилов подчеркивает, что его пациенты вели себя так ненамеренно, хотя знали о сущности своего недомогания. Они больны, поэтому окружающим следует запастись терпением и успокаива-

ющими средствами. Небольшие дозы анксиолитиков не только облегчают течение синдрома кувад, но и позволяют предупредить развитие симптоматики родов. Хотя исследователь не делает выводов, они напрашиваются сами собой. Женщина, считающая мужчин никчемными существами, никаких других рядом с собой и не увидит. Вместо любящего, заботливого и надежного мужа ей уготован мнительный и тревожный спутник жизни с комплексом неполноценности.

## психология «Мужская» и «женская» мораль

*Проблема сходства и различий в психологии мужчин и женщин — предмет размышлений уже нескольких поколений ученых. Московские ученые из Института психологии РАН экспериментально изучают гендерные различия в понимании ситуации морального выбора.*

Не подлежит сомнению, что мужчины и женщины различаются не только по поведению, но и по психологии, хотя эти, гендерные, различия сглаживаются социальными, культурными, этническими и другими особенностями людей, живущих в разных странах. С другой стороны, в любом человеке, независимо от пола, есть феминные и маскулинные черты, которые также проявляются в свойствах личности. Московские ученые из Института психологии РАН попытались обнаружить индивидуальные и ти-

пологические различия в понимании моральной дилеммы мужчинами и женщинами, а также феминными и маскулиными субъектами. Исследование, в котором принимали участие мужчины и женщины от 16 до 56 лет, проводилось в Смоленске, Костроме и Москве. Все испытуемые заполняли специальные опросники на измерение гендерной идентичности личности, то есть на маскулинность и феминность. Из 410 испытуемых феминных и гиперфеминных оказалось 149 человек (из них 44 — мужчины). А маскулиными и гипермаскулинными — 143 человека (93 мужчины и 50 женщин). То есть все-таки, несмотря на тенденцию к феминизации мужчин, маскулинность пока преимущественно (но не исключительно) — мужское качество, а феминность — женское.

Московские испытуемые, кроме того, отвечали на вопросы, связанные с прочитанной историей о жизненной ситуации. Суть истории такова: мать обещает двенадцатилетней дочери, что отпустит ее на рок-концерт, если та сама заработает деньги на билет. Девочка зарабатывает эти деньги и еще экономит на завтраках. Но мать меняет свое решение: дочь должна потратить заработанное на школьную форму. Девочка покупает билет на концерт, а матери говорит, что заработала всего пять долларов. Через неделю она рассказывает правду своей старшей сестре. Та раздумывает, надо ли сообщить матери о проступке младшей. Вопрос к испытуемым: должна ли старшая сестра сказать правду или промолчать?

Это тест известного американского психолога Л.Колберга не раз опробован на американцах. По ответам на него можно было удовлетворительно разделить испытуемых в соответствии с их личностями, половыми и гендерными особенностями. Анализируя их ответы, можно сделать вывод, что женщины и феминные субъекты проявляют большее, чем мужчины и маскулинные субъекты, стремление к честному поведению.

В отличие от американцев, ответы российских респондентов были однозначны: все считали, что старшая дочь не должна выдавать матери свою сестру. То есть социальные и культурные нормы, существующие в нашем отечестве, наши представления о справедливости оказались сильнее половых и гендерных отличий. Были, однако, выявлены некоторые специфические различия в понимании ситуации морального выбора (солгать или сказать правду) мужчинами и женщинами, хотя и те и другие оправдывали один и тот же поступок, но объясняли это разными причинами. Мужчины в своем решении ориентируются на социальные позиции: они соотносят поступки людей с их социальными ролями и предписываемыми правилами, тем, «как должно быть»,





в данном случае: «нельзя предавать своих», «это секрет, а секреты надо держать в тайне» и др. Женщины же обращают внимание на психологические характеристики людей (степень доверия, близость) и на их эмоции и чувства (обида, сочувствие), поэтому их аргумент: «можно потерять доверие сестры». То есть за формально одинаковыми ответами стоит совершенно разное содержание.



## СОЦИОЛОГИЯ

### Что опасно?

*Какие профессии и виды деятельности опасны в России? Мнение общества на сей счет выяснили сотрудники Аналитического центра Юрия Левады ([direct@levada.ru](mailto:direct@levada.ru)). Исследование поддержано грантом Фонда Мак-Артуров.*

В бюллетене Аналитического центра Юрия Левады (бывший ВЦИОМ) опубликованы результаты проведенного А. Левиным исследования, в котором, в частности, выяснялось мнение граждан о степени риска тех или иных видов деятельности в России и в «наиболее нравящейся другой стране». Причем уточнять, что это за страна, не требовалось, да и такое уточнение было бы не очень информативно. Социологи считают, что в России мало кто имеет опыт проживания за границей, достаточный для вынесения компетентных суждений о ней, поэтому оценка «наиболее нравящейся другой страны» — это некоторое идеализированное представление о том, как «должно быть», как «хорошо бы, чтобы было». При этом не затуманенное внутренним возражением типа «ну, здесь это невозможно!».

Итак, вот полный список социальных ролей и видов деятельности в порядке убывания опасности. Три группы, на которые разделен список, — это группы за-

нятий, которые респонденты квалифицируют в среднем как «очень опасные», «достаточно опасные» и «малоопасные». Редко удается увидеть результаты настолько красноречивые, что их даже не хочется комментировать.

#### 1. Очень опасно

Быть честным журналистом.  
Быть честным следователем.  
Быть честным политиком.

Быть заключенным в лагере, тюрьме, КПЗ.

Служить в армии по призыву.

#### 2. Достаточно опасно

Быть судьей по закону и совести.  
Быть богатым.  
Быть банкиром.  
Быть одиноким, старым человеком.  
Быть частным предпринимателем.  
Быть честным человеком.  
Вкладывать деньги в банки, акции.  
Быть киллером.  
Быть наркоторговцем.  
Быть неподкупным чиновником.  
Заниматься продажей/покупкой недвижимости.

Быть мелким торговцем.

Быть ребенком.

#### 3. Малоопасно

Лечиться в местной больнице.  
Быть рэкетиром, вором, грабителем.  
Быть фермером.  
Проживать в доме престарелых.  
Быть финансовым аферистом.  
Быть заказчиком убийств.  
Пропагандировать нацизм.  
Быть настоящим гражданином.  
Быть главой финансовой пирамиды.  
Быть проституткой или сутенером.  
Обращаться в милицию.  
Переходить улицу на зеленый свет.

А вот как выглядит распределение по опасностям занятий в «наиболее нравящейся стране». Здесь список разделен на четыре группы.

#### 1. Очень опасно

Быть наркоторговцем.  
Быть киллером.



#### 2. Достаточно опасно

Быть заказчиком убийств.  
Быть рэкетиром, вором, грабителем.  
Быть финансовым аферистом.  
Пропагандировать нацизм.  
Быть главой финансовой пирамиды.  
Быть проституткой, сутенером.

#### 3. Малоопасно

Быть заключенным в лагере, тюрьме, КПЗ.

Быть честным журналистом.  
Быть честным политиком.  
Быть честным следователем.  
Служить в армии по контракту.  
Быть банкиром.  
Быть судьей по закону и совести.  
Быть богатым.  
Быть честным человеком.

#### 4. Совсем не опасно

Быть неподкупным чиновником.  
Быть мелким торговцем.  
Быть частным предпринимателем.  
Заниматься продажей/покупкой недвижимости.  
Быть ребенком.  
Быть одиноким, старым человеком.  
Вкладывать деньги в банки, акции.  
Лечиться в местной больнице.  
Быть настоящим гражданином.  
Переходить улицу на зеленый свет.  
Обращаться в полицию.  
Проживать в доме престарелых.  
Быть фермером.

Граждане трезво видят мир и полагают, что даже в «наиболее нравящихся странах» не вполне безопасно быть честным журналистом, политиком и следователем. С другой стороны, десятилетиями отечественная литература и кино внушали, что «за кордоном» честных журналистов убивают почем зря, а насчет остального и спрашивать странно. Однако наши граждане все-таки сумели разобраться в устройстве этого мира. Жалко лишь, что социологи не спросили, опасно ли переходить улицу на красный свет.





Свет не включали, поскольку опасались, что их заметит бдительная охрана. Тусклая лампа аварийного освещения бросала багровые блики на лица двух неспешно прощающихся мужчин. Пожилой взъерошенный бородач в лабораторном халате нервно перебирал пальцами свои старомодные очки.

— Я вас, Алеша, еще раз предупреждаю — не зарывайтесь. Грамоту передайте — и назад. Вы у меня последний аспирант.

— Ну что вы, Иван Осипович! — Белозубая улыбка, казалось, озарила мрачную шлюзовую камеру. — Я как-никак мастер спорта, чемпион области. На эспадронах мне в Москве равных нет.

— Так то на эспадронах! — вздохнул пожилой бородач и зачем-то провел рукавом по блестящим полосам кирасы Алексея.

— Нормально, не переживайте, Иван Осипович.

— Как же мне не переживать! На вас, Алеша, последняя надежда.

— Все сделаю, как положено.

— Вы уж постарайтесь, голубчик. Ведь наша уловка должна сработать наконец! Но... — тут Иван Осипович взмахнул пухлым кулаком, — силой-то нельзя. — Он ссутулился и будто сразу постарел лет на десять.

— Так я пойду? — Аспирант тронул профессора за рукав. — Пора уже.

— Да, конечно, — засуетился профессор и разблокировал шлюз камеры темпорального переноса. — Уж простите, Алеша, коня вам дать не могу: в камеру он влезет — туда хоть танк запихай, а вот как его в институт через вахту?

— Да не переживайте, Иван Осипович, сокру что-нибудь.

— Соврите, соврите, обязательно соврите им. Только б вышло.

— Все будет хорошо.

Алексей улыбнулся, одернул васильковый кунтуш, накинутый поверх кирасы. Профессор вздохнул и перекрестил аспиранта. Справа налево, по-православному.

Толстая дверь камеры медленно закрылась, наглухо, герметично. Зашелкали многочисленные блокировки. Иван Осипович (куда девалась его растерянная неловкость?) вихрем подскочил к пульту управления. Кнопки отозвались сдержанным попискиванием. По узкой полосе индикаторного дисплея побежали цифры: один, шесть, один, три. Секунду-другую экран внешнего обзора оставался черным, как сама ночь, но вдруг на нем появились острые пестрины ряби. Динамики зашипели, подлаживаясь под уровень записи передающего микрофона. Пошло изображение.

Ночь. Метель.

Крупные хлопья наискось летели по экрану, создавая впечатление помех. Но помех не было.

Заснеженные ветви деревьев плавно покачивались в такт шагам пробирающегося через сугробы человека.

«Вмонтировать видеокамеру в шапку — мысль, конечно, хорошая, — подумал профессор. — Вот только лица Алешкиного не видать».

Не было видно, впрочем, и других частей тела. Лишь раз в поле зрения камеры мелькнули огромные пальцы: аспирант то ли поправил шапку, то ли отмахнулся от низкой ветки.

Вскоре среди деревьев и кустов забрезжили отсветы кострищ. Потом послышалась речь, явно избыточная шипящими. Да, часовые не дремали.

— Кто то есть? — донеслось из-за ближайшей ели.

— Гонец! От гетмана Жолкевского! — немедленно отозвался Алексей.

— Стой на месте, пан. Сейчас я пану ротмистру доложу!

Долго ждать не пришлось. Двое драгун с заметенными снегом оплечьями проводили гонца к предводителю отряда.

Рослый воин, подергивая длинный ус, шагнул навстречу и пристально глянул в лицо пришельца:

— Поздорову тебе, пан. Я — Михал Гродзинский, герба Молотило.

А это — пан Януш Галозский, герба Черный Пес, моя правая рука. — Рядом с Гродзинским поддерживал заметно припухшую щеку маленький шляхтич в ярко-алом кунтуше. — Как тебя, пан, величать? Что-то не встречались мы раньше. С добрыми ли вестями?

— Зовусь я Лешко Коцек, герба Рысь, буду из Люблинской шляхты. А добрые ли вести, пан Михал, того мне не ведомо. То тебе решать. — И Алексей, почтительно склонившись, протянул заместнику свернутую и запечатанную белым воском грамоту.

— Э, брат посол, — отмахнулся тот. — Я это дело не сильно люблю. Учили отцы-монахи, учили, ан, видать, без толку... Пану Янушу. Он у нас грамотей.

Галозский принял грамоту, сломал печать и, повернувшись к костру, впился глазами в строки. Пока он читал, Гродзинский поинтересовался:

— Что ж ты пеше, пан Лешек? Или коня в лесу бросил?

— Бросил, пан Михал, как Бог свят, бросил. Он теперь только волкам и согдится. Сильно гнал я за вами, вот конь и не выдержал.

— Что ж нам теперь с тобой, пан, делать? Свободных коней в отряде нету.

Алексей пожал плечами:

— Да уж как-нибудь.

В этот миг Галозский смял грамоту и гаркнул такое ругательство, аж елки лапами затрясли.

— Что ты, что ты, пан Януш? — удивленно вскинул брови Гродзинский. — Бога не гневи!

— Измена! — крикнул Януш и в сердцах швырнул бумажный комок на снег. — Черная ложь и всей Речи Посполитой *damnum!*

— Да что там?

— Здесь сказано, что Михаил Романов в Ипатьевском монастыре укрылся, *alias* нет его в поместье. А нам приказано немедленно *recedere* к войскам пана гетмана!

— Быть того не может! Ты ж меня убеждал, что Романов в городе, так?

— Убеждал, убеждаю и под присягой на том стоять буду! Имею *argumentem!* — опять закричал Галозский. — А в грамоте этой брехня! Брехня и измена!

Тут Алексей прищурился:

— Ты что, пан Януш, слову гетмана не веришь?

— Я слову гетмана верю. Я разным всяким ночным находникам не верю!

— Выходит, я письмо поддельное привез? — грозно спросил Алексей, на что тут же попытался вмешаться заместитель:

— Тише, тише, пан Лешек, никто тебя не винит.

Но было уже поздно.

— Я его виню, пан Михал, я! — срывая голос выкрикнул Галозский. — Он брешет! *Ante omnia* брешет, что он — посол Жолкевского. И про коня брешет! Пусть скажет, откуда такой шустрый вылез? За сколько сребреников проданся?

— Ах, я брешу, почтенный пан? — Глаза посланца Алексея опасно потемнели, рука опустилась вниз, к рукоятке сабли.

— Брешешь!

— То, пан, *canis* брешет, кою ты на герб налепил.

— У мой собаки зубы не твоему коту облезлому чета! — И пан Януш неуловимым движением обнажил клинок...

Далеко-далеко, за много лет и верст отсюда, пожилой профессор схватился за голову: «Предупреждал ведь! Что-то теперь будет?»

Если бы Алексей мог слышать учителя, то сказал бы ему: «Простите, Иван Осипович, но я узнал Галозского. Его флюсную рожу!.. Третья международная конференция аспирантов и молодых ученых в Кракове. Там он на фуршете за два стола от меня стоял, рядом с фээсбэшниками. Подающий надежды аспирант. Или агент. Вот потому и Женя с Пашей не вернулись».



ФАНТАСТИКА

Но объяснить с учителем не было ни времени, ни возможностей. Поэтому последний аспирант сделал то, что посчитал должным, — оголил саблю.

— Сейчас выясним, пан задира, кто тут брешет, а кто за правду радеет!

— Тише, тише, панове! — попытался урезонить их наместник. — Что ж вы, право, сцепились, как *felis et canis*.

Но Галозский не унимался:

— Нельзя никак! Он не только измену замыслил, но и честь мою шляхетскую затронул, герб опорочил! Если за первое я еще согласен арестовать негодяя и судом судить, то за личное *insulta* рубиться насмерть буду!

Алексей не дрогнул:

— *Consentior* я, пан, с тобой сразиться. Чтоб неповадно было прочим меня в брехне уличать!

— Так становись, пан!

— *Libenter*, пан! Кольчуги, кирасы, жупаны на снег! Грудь на грудь!

— Вот это по-рыцарски! — прищелкнул языком Гродзинский. Он уже понял: забияк не унять.

Почти весь отряд сбежался поглядеть на поединок Галозского с заезжим шляхтичем. Пана Януша уважали как славного рубаку и ссориться с ним побаивались. Алексей быстро разделся до нательного белья, а шапку повесил на куст, поэтому картина предстоящего боя была перед не находящим себе места профессором как на ладони.

— Ну, начнем, пан? — Януш несколько раз взмахнул саблей, рассекая стылый воздух.

— Не хочешь помолиться? — отвечал гонец, заводя левую руку за спину.

— Отец Небесный меня и таким примет за мои дела. А вот ты без покаяния сдохнешь.

Клинки встретились, осторожно столкнулись, отпрянули. Снова столкнулись. Цок. Цок-цок.

Противники оказались достойны друг друга и кружили на вытоптанной между кострами площадке. Цок-цок. Цок-цок-цок.

Алексей ускорил темп, чередуя серии ударов на верхний и нижний уровни. Януш отступал, отводя сыплющиеся на него выпады. Цок-цок-цок. Цок...

— А! Пся крев! — Галозский схватился за плечо. Застиранный рукав рубахи тотчас пропитался кровью.

— Герб свой вспомнил, пан? — позволил себе усмехнуться московский аспирант. — Сейчас скулить будешь.

— Лайно кошачье! — Януш нанес удар такой силы, что отбросил саблю противника назад. Теперь уж не было места тонкой игре клинков — каждый взмах грозил смертью.

Гнусно пискнул зуммер факса. Потом зашуршала, выползая из его утробы, бумага...

Галозский закрутил Алексея вокруг себя, и они вылетели за пределы вытоптанного круга, сразу увязнув в снегу...

Иван Осипович протянул руку и, не глядя, оторвал листок рядом с перфорацией. Впились глазами в текст...

Измаранный кровью Галозский, припав на одно колено, прижимал горсть снега к ране. Алексей лежал ничком в парующей на морозе черной луже...

«И этот! Прости, Алеша! Я вас на смерть послал, теперь мой черед!»

Что-то бормоча в бороду, профессор вытащил из шкафчика дражный овчинный армяк, напялил его, приладил облезлый треух, затем, нагнувшись, намотал онучи.

«До встречи, панове!»

Быстро пробарабанил пальцами по клавиатуре и шагнул в шлюз установленной на автоматический режим темпоральной камеры. Установка негромко загудела, по приборной доске гуськом пробежали цветные огоньки.

Наступила тишина. Аварийка освещала опустевшее кресло, безжизненный пульт и черный прямоугольник стола, на котором розовым пятном выделялась смятая бумага. Там, на этой криво оторванной ленте факса, черными жучками-шашелями значились буквы:

«Срочно вызываем заведующего московской лабораторией исследования времени в Варшаву для дачи показаний по случаю антигосударственного применения вверенного оборудования».

А поверх этих строк — размашистая надпись красным маркером: «Пошли на хрен!» И подпись: «И.О.Сусанин».

#### Перевод латинских слов:

*damnum* — ущерб,  
*alias* — то есть,  
*recedere* — отступать,

*argumentem* — довод, доказательство,  
*ante omnia* — прежде всего,  
*felis et canis* — кошка и собака,  
*insulta* — оскорбление,  
*consentior* — согласен,  
*libenter* — охотно.





## КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

### Динозавров сгубило мужское большинство?

Динозавры исчезли с лица Земли около 65 миллионов лет назад. Примерно в это же время наша планета столкнулась с гигантским метеоритом. Выброс пылевых частиц в атмосферу (а возможно, и другие причины) вызвал изменения климата, приспособиться к которым динозавры не смогли. Этой версии придерживаются многие ученые, однако до сих пор непонятно, как именно изменения температуры привели к гибели этих животных. Дэвид Миллер из университета в Лидсе (Великобритания) и его коллеги выдвинули новую гипотезу.

По мнению Миллера, динозавры пользовались температурной «настройкой» пола потомства. Похолодание вызвало перевес в сторону самцов. Число женских особей снижалось, рождаемость падала, и в конце концов исчезали целые виды (по сообщению агентства «Nature News Service» от 23 апреля 2004 г.).

Эта гипотеза базируется на данных о репродуктивной системе современных рептилий, в частности крокодилов, с которыми у динозавров много общего. Пол крокодильчика зависит от температуры инкубации яйца. При умеренной — появляется мальчик, при повышении или понижении ее — крокодилица-девочка.

Миллер считает, что условия, создавшиеся после столкновения с метеоритом, благоприятствовали рождению самцов. По данным палеонтологии, численность динозавров начала сокращаться за 10 миллионов лет до рокового столкновения. Вероятно, уже тогда произошли климатические сдвиги, вызванные извержениями вулканов и изменением уровня океана.

Для подтверждения своей гипотезы авторы работы создали математическую модель, показывающую, насколько быстро исчезает вид при нарушении баланса 50:50 между мужскими и женскими особями. Согласно этой модели, популяцию численностью в 1000 особей изменение соотношения полов до 80:20 приведет к полному исчезновению за 50 поколений, что соответствует примерно 500–1000 годам в зависимости от скорости воспроизводства.

Однако большинство экспертов с этими выводами не согласны, поскольку они полагают, что динозавры ближе к птицам, чем к рептилиям. А у птиц пол потомства не зависит от температуры инкубации. Впрочем, проверить на практике истинность того или иного утверждения все равно вряд ли удастся.

**Е. Сутоцкая**

## Пишут, что...



...Венера, которую обычно изображают чернильно-фиолетовой, на самом деле выглядит из космоса желтовато-белой, а наблюдателю, находящемуся на поверхности Венеры, она показалась бы тускло-красной («Science», 2004, т.304, 14 мая, с.935)...

...по данным телескопа СПИРИТ на спутнике КОРОНАС-Ф проанализированы крупномасштабные проявления солнечной активности, имевшие место 4 ноября 2001 года («Астрономический журнал», 2–4, т.81, № 5, с.447–458)...

...сделана попытка учесть влияние рельефа подстилающей поверхности в месте расположения астрономических приборов на дрожание изображений («Оптика атмосферы и океана», 2004, т.17, № 4, с.361–368)...

...на смещение внутреннего ядра Земли в основном влияет приливная сила Луны, другими же силами можно пренебречь («Физика Земли», 2004, № 4, с.63–66)...

...разработан новый класс нефтяных люминофоров, полученных на основе тяжелого газойля каталитического крекинга, которые могут эффективно аккумулировать световую энергию («Нефтехимия», 2004, т.44, № 2, с.156–160)...

...в микропотоке электролита для ВЭЖХ электрохимическим способом можно создать градиент рН в диапазоне шести единиц («Журнал прикладной химии», 2004, т.77, вып.3, с.511–512)...

...с сентября 2003 года в России начали исследовать работу сердца путем построения «живых» трехмерных изображений в режиме реального времени («Кардиология», 2004, т.44, № 5, с.100–104)...

...за возобновление речевых способностей при повреждении классической левополушарной речевой зоны, возможно, отвечает гиппокамп («Brain», 2004, т.127, ч.6, с.1217–1218)...





...маленькие дети пытаются использовать игрушечные вещи как обычные (например, садятся на кукольный стульчик), потому что не могут верно оценить различие в размерах («Science», 2004, т.304, 14 мая, с.1027–1029)...

...способность естественной воскоподобной пленки, покрывающей помидор, предохранить его от сморщивания, зависит от ее углеводородного состава, который, в свою очередь, определяется генами («Journal of Experimental Botany», 2004, т.55, № 401, с.1401–1410)...

...пучок света распространяется в цилиндрической системе волноводов с потерями мощности на излучение («Квантовая электроника», 2004, т.34, № 4, с.371–374)...

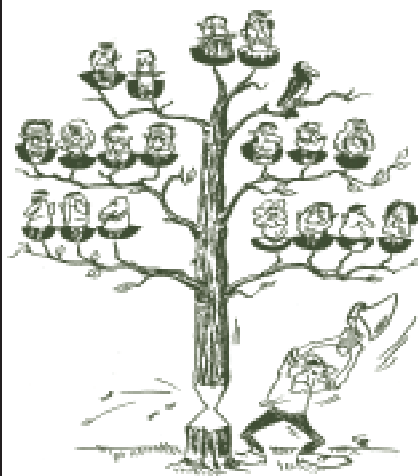
...песня самца камышевки-барсучка целиком построена на импровизации, причем птичка стремится поддерживать максимальное разнообразие вокальных приемов, а правила импровизации подобны принципам синтаксиса «человеческой» музыки («Зоологический журнал», 2004, т.83, № 4, с.464–479)...

...в горячих источниках Йеллоустонского парка обнаружен вирус, способный переносить высокие температуры и поражающий архебактерии («Nature», 2004, т.429, 13 мая, с.147)...

...уровень смертности в России сегодня в 2,4 раза выше, чем в Китае («Успехи современной биологии», 2004, т.124, № 2, с.99)...

...экологи разрабатывают программу реабилитации Сетуни — правого притока Москвы-реки, планируется создание природного заказника «Долина реки Сетунь» («География и природные ресурсы», 2004, № 1, с.44–51)...

...вода играет важную роль в жизни на Земле потому, что ее «аномальные» свойства согласованы за счет действия природных аттракторов («Геология и разведка», 2004, № 2, с.72–75)...



## Нет предкам-обезьянам!

В США вопросы образования и просвещения — компетенция местных властей, церковь же, согласно Конституции, отделена от государства. Пользуясь этим положением, сторонники религиозного образования в ряде штатов (сперва преимущественно в южных) с начала 1980-х годов развернули активную кампанию по изгнанию из школ учения Ч.Дарвина и некоторых других современных теорий, стремясь заменить их библейскими.

В 1987 году Верховный суд США постановил, что креационизм (учение о том, что мир был сотворен всего около 7 тысяч лет назад единым актом Высшего существа) — религия и, следовательно, не может преподаваться в школах. С тех пор антиэволюционное течение развивалось под флагом «разумного построения» школьной программы и стало популярным даже среди не слишком верующих людей, так как отрицало свою связь с религией.

Один из наиболее «антидарвиновских» штатов — Джорджия. Местный комитет по вопросам образования сперва решил вообще вычеркнуть само слово «эволюция» из всех учебных программ. Общественное негодование в начале 2004 года вынудило его утвердить программу, которая позволяет учителю излагать теорию Дарвина, но — как один из вариантов объяснения существующего мира. Сейчас идет бурная полемика вокруг допущения в школу современных учений о геологическом возрасте Земли и о процессах плитовой тектоники.

Судьба дарвинизма в США остается нелегкой. В штате Огайо (а это уже север страны) два года назад атаки креационистов были отбиты, но в марте 2004 года местная комиссия по образованию проголосовала за включение в школьные программы главы под названием «Критический анализ эволюции», обязательной для изучения биологии в 10-х классах («Science», № 5662, 2004).

В некоторых городках штатов Мичиган и Аризона рассматривается предложение, согласно которому учебники должны содержать «взвешенные» или нейтральные изложения как дарвинизма, так и креационизма в его библейской концепции, причем на изучение обоих следует выделять одинаковое время.

Законодательное собрание южного штата Миссури рассматривает проект правил, согласно которым начиная с 2006 года ветхозаветному учению и современной науке должно уделяться одинаковое внимание, а учителя, отказавшиеся от этого, подлежат увольнению. В соседней Алабаме подход помягче: там запрещен «нажим» на преподавателя, вводящего в программу креационизм. В Техасе рассматривают правило, обязующее авторов учебников внести в них поправки, предлагаемые антиэволюционным движением. По статистике, сегодня от 15 до 20% всех школьных учителей США, преподающих биологию в старших классах, излагают библейский вариант возникновения жизни.

**Б.Силкин**



**Н.В.ЖУКОВОЙ**, Санкт-Петербург: *Чтобы сделать вкуснее пресный соевый творог тофу, его можно замариновать — выдержать не менее 12 часов в любом маринаде, какой вам нравится; перед этим тофу полезно заморозить, а затем оттаять и дать стечь жидкости, тогда он будет лучше впитывать маринад.*

**Д.ДЬЯКОВУ**, вопрос из интернета: *Хотя шаровую молнию и научились получать искусственно (см. «Химию и жизнь», 2004, № 4), едва ли ее удастся использовать в качестве оружия, поскольку неясно, как ею управлять в полевых условиях.*

**А.ЧУМАКОВОЙ**, вопрос из интернета: *Марганцевый ангидрид, оксид марганца (VII), — маслянистая темно-зеленая жидкость при нормальных условиях, но температура плавления у него 5,9°C, так что при более низких температурах он может быть и твердым веществом.*

**О.Н.СЕМЕНОВУ**, Смоленск: *Слово «ромашка» происходит не от имени Роман, а от латинского готана, «римская», переняли это слово наши травники от поляков; а вот по каким причинам те называли луговую ромашку (точнее, нивяник) «римской травой» — неизвестно.*

**А.П.СЕРДОБИНОЙ**, Москва: *У полыни-чернобыльника (с темным стеблем, высотой до двух метров) иногда используют как пряность верхушки побегов и молодые листья, но ее медицинские качества менее замечательны, чем у других видов полыни, и в любом случае собирать растения на городских пустырях не стоит.*

**В.А.ПАЛЬКО**, Екатеринбург: *По данным американского исследователя Д.Гриффина, хорошо натренированные голуби могут возвращаться в свою голубятню с расстояния 800 км за один день, а средняя скорость их полета составляет около 70 км/ч.*

Всем читателям «Химии и жизни»: *В интернете появился сайт художника Г.М.Гончарова <http://www.goncharov.info>, где желающие могут бесплатно увидеть куда больше его работ, чем на страницах нашего журнала.*

Читателям интернет-версии: *В объявление о победителях конкурса «Что такое душа?» вкралась ошибка, победителя из Обнинска зовут В.Л.Тетенькин; приносим извинения.*

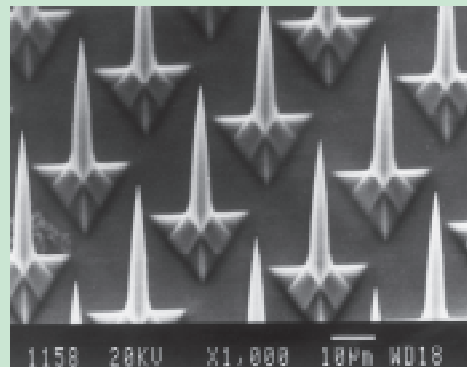
# Наносад

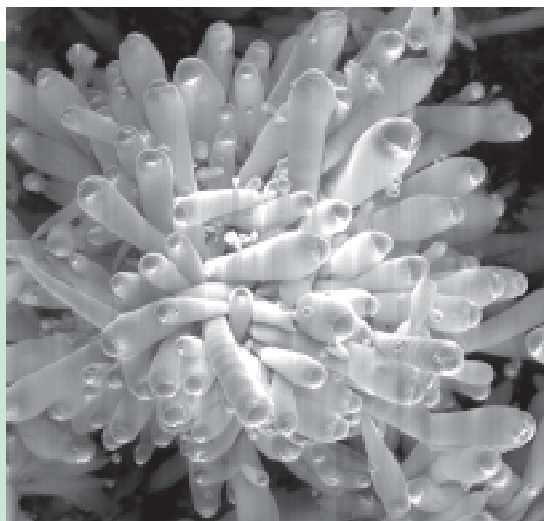
Нанодеревья и наночветы — одно из новых увлечений нанотехнологов — выращивают разными способами. Можно применить классическую неорганическую химию и создать цветник из мела (см. «Химию и жизнь», 2004, № 6). А можно — методы микроэлектроники и сделать его полупроводниковым, например кремниевым. Для этого сначала на поверхности кремниевой подложки получают капельку жидкого сплава. Делают это, естественно, в вакууме. Затем над ней пронесит поток сильно разреженного газа-реагента, и возникает нанолес, наногород или наночветник — все зависит от тонкостей режима. А основу технологии составляет явление, обнаруженное еще в сороковые годы, когда ученые стали искать причины частых отказов радиостанций. Вот что пишет об этом доктор физико-математических наук Е.И.Гиваргизов, который заведует лабораторией пленочных и острейных структур Института кристаллографии им. А.В.Шубникова РАН («Природа», 2003, № 11).

При обследовании радиосхем на соединяющих их оловянных припоях заметили едва видимые глазом длинные металлические волоски, или нитевидные кристаллы микронного диаметра, вызывавшие короткие замыкания. Их назвали вискерами — от английского слова «whisker», что означает усы кошки или тигра. Причину возникновения вискерообразования установили только в шестидесятых годах стараниями Р.Вагнера и У.Эллиса из знаменитой «Bell Telephone». Изучая усы из кремния, они обнаружили на вершинах нитей полусферические образования. Сопоставив все данные, американские ученые пришли к выводу: главную роль в одномерном росте уса играет частица металлической примеси. В соответствии с фазовой диаграммой кремний-металл она при нагреве превращается в микрокапельку сплава, на поверхности которой имеется огромное количество химически активных точек. Всякая молекула, ударяющаяся о капельку, застревает и проводит в ней значительное, в масштабах молекулярных процессов, время. Его хватает на то, чтобы прошла химическая реакция, в результате которой возникнет более тугоплавкое соединение. Оно оседает на границе подложки с капелькой и та двигается вверх, оставляя вискер диаметром с эту капельку. Системы из регулярно расположенных вискерообразования одного и того же размера (фото 1) очень перспективны — они могут послужить элементами катодов плоских дисплеев, сырьем для производства зондов микроскопов и много чего еще.

Для выращивания вискерообразования чаще всего используют маленькие, размером в нанометры, частицы металлов с высокой температурой плавления, например золото, кобальт или никель. Именно золотые частицы помогли ученым из Лундского технологического института (Швеция) во главе с профессором Ларсом Самуэльсоном вырастить не только вискеры, но и целые полупроводниковые нанодеревья с листьями («Nature Materials», 2004, № 7). Чтобы добиться такого ре-

**1**  
*Чтобы сделать такие вискеры, в Институте кристаллографии РАН сначала выращивают пьедестал, затем, меняя температуру, получают длинный тонкий ус, а в конце-концов затачивают его*





3

2

*Пучки наноморкови из университета Джорджии. На конце каждой из них расположена частица галлия. Порой в руках нанотехнологов оказывается наночерешня из оксида алюминия на кварцевом черешке*



ФОТОФАКТ

5



Фото Гим Вэй Хо

*Меня условия процесса, можно заставить бутон раскрыться в настоящий цветок*

зультата, шведские нанотехнологи нанесли наночастицы золота на сами вис커ры. В полном соответствии с теорией, после того как между этими «стволами» пропустили реакционное вещество, на золотых частицах образовались по три, четыре или шесть ветвей, в зависимости от ориентации кристаллической решетки в месте прикрепления. Аналогичным способом после третьей итерации на некоторых нанодеревьях удалось вырастить даже нанолистья. «Не исключено, что мы сможем выращивать листья из какого-то другого материала, нежели ветви. И тогда с их помощью удастся превращать свет в электричество, — говорит один из соавторов работы профессор Кнут Делпарт. — А может быть, наше нанодерево засветится подобно рождественской елке и послужит основой устройств, излучающих свет».

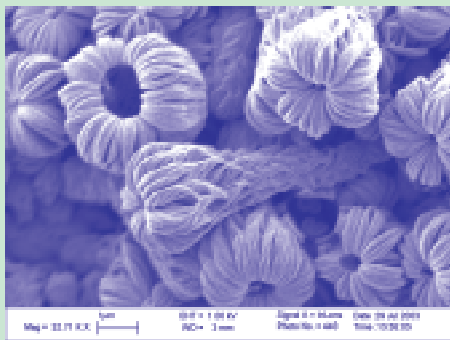
Для получения наноцветов технологии нужно слегка изменить: вместо золота с его температурой плавления за тысячу градусов применить галлий, который плавится буквально в руке. Тогда на подложке возникают капельки диаметром в десятки микрон, и из каждой из них растут тысячи нановискерков (фото 3). В подробностях эта технология, которую одними из первых применили ученые из университета Джорджии во главе с профессором Жонг Лин Вангом, выглядит так («Journal of the American Chemical Society»,

2002, т.124, с. 1817). В печь помещают тигель с порошком нитрида галлия, рядом кладут полоску из монокристалла кремния и нагревают до 1150°C, продувая разреженным аргоном. При этой температуре нитрид галлия разлагается, галлий испаряется и оказывается на кремнии, где собирается в капельки, заметные невооруженным глазом. Горячий галлий вызывает испарение кремния, а также служит катализатором его реакции с кислородом. Спустя пять часов на месте капелки галлия вырастает огромный пучок нановискерков из аморфного оксида кремния диаметром 15–30 нм и длиной 10–40 мкм. «Мы создали относительно дешевый способ получения огромного количества нанопроволочек, — говорит профессор Ванг. — Он пригодится в таких разных областях: от создания оптических материалов, например, разветвителей оптического сигнала до изготовления необычных покрытий».

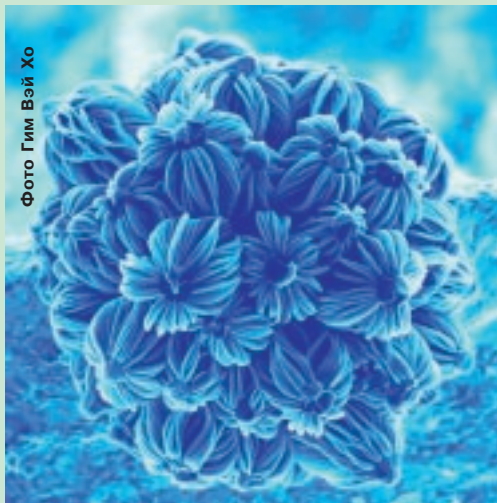
Самое свежее применение этого метода нашли британские ученые из Кембриджского университета во главе с профессором М.Е.Велландом («Nanotechnology», 2004, т.15, с. 996). Они вырастили наноцветы из кристаллического карбида кремния (фото 4).

*Нанобутоны из Кембриджа держатся на полых стебельках диаметром в три сотни нанометров, которые образуют очень плотные заросли*

4



Для этого над кремниевой пластинкой с капельками галлия при температуре 1100°C пропускали разреженный метан. Согласно идее авторов работы, метан распадается на углерод и водород, последний вытравливает кремний из подложки, превращая его в силильные радикалы, и они, соединяясь с углеродом в капле галлия, дают карбид кремния. Из него-то и формируются полые трубки, которые заканчиваются расширением, похожим на бутон. А сверху к нему на тонком волокне прикреплен тот кусочек галлия, который и породил всю конструкцию. Удивительная особенность кембриджских наноцветов состоит в том, что они получают почти одинакового размера. «Видимо, галлий постоянно испаряется, и, когда размер капелки оказывается меньше критического, рост прекращается, — считает профессор Велланд. — Соотношение «поверхность–объем» у наноцветов столь велико, что свойства этого материала, несомненно, будут отличаться от монолитов того же карбида кремния. А изменяя условия реакции, можно существенно менять морфологию цветов (фото 5). Мы уже придумали одно из применений наноцветов. Оказывается, покрытие из них почти не смачивается водой. Это можно использовать — представьте себе лобовое стекло автомобиля, которому дворники не нужны даже в сильный дождь!».

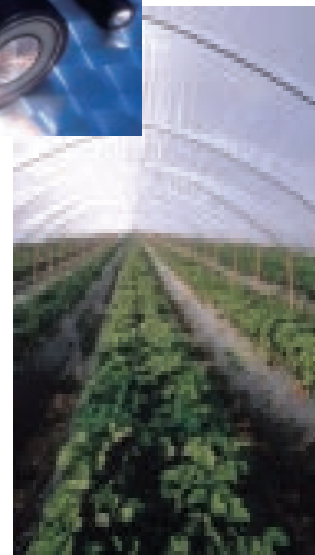
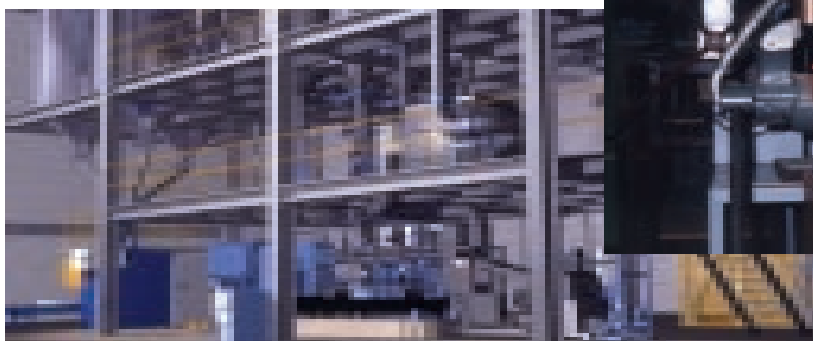
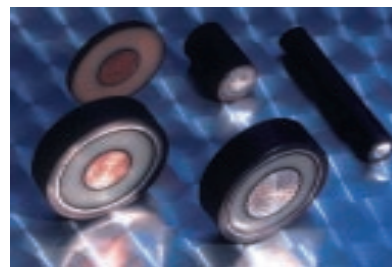




# ИнформНаука. Технологии — пять инновационных идей еженедельно



*С октября прошлого года мы делаем специальный еженедельный электронный выпуск новостей о технологических разработках наших и зарубежных ученых, а также о новостях инновационно-технологических центров и исследовательских центров корпораций. Чтобы подписаться на ленту, нужно прислать заявку по адресу: [technomaster@informnauka.ru](mailto:technomaster@informnauka.ru) или заглянуть на раздел сайта [www.informnauka.ru/techno](http://www.informnauka.ru/techno). В течение месяца мы высылаем ленту бесплатно для ознакомления, далее — по подписке.*



*«Ваше предложение по сотрудничеству по технологической ленте новостей представляется заманчивым».*

*«Информационные материалы на ленте интересны и полезны. Буду рад их получать».*



Академик В.М.Бузник

Академик В.А.Кабанов