



XXK

5  
P  
E  
R  
S  
O  
N  
A  
L  
B  
R  
A  
N  
D  
S







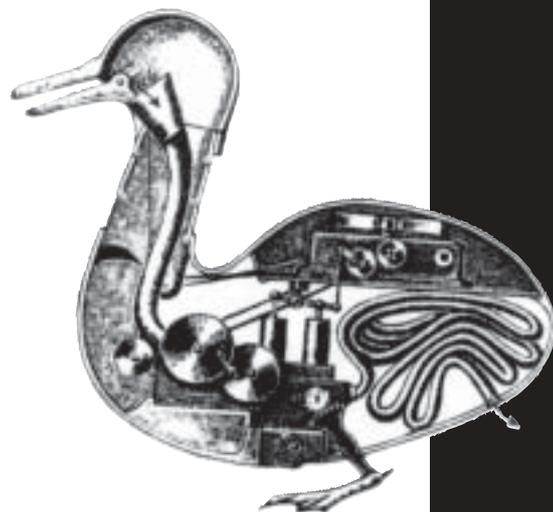
*Управлять большой страной  
так, как если бы вы жарили  
маленькую рыбу:  
не переворачивайте ее  
слишком часто.*

*Лао цзы*



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А. Кукушкина  
к статье «Работа с катализатором»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина  
Питера Брейгеля «Падший ангел».  
Бурление жизни, ее изменение, появление новых видов  
постоянно возвращают человеческую мысль к самому  
началу — откуда это все возникло и как стало  
возможным? Об этом читайте в статье  
«Происхождение жизни»*





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

**НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:**

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

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

**Верстка**  
Н.Д.Соколов

**Производство**  
Т.М.Макарова

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

Подписано в печать 25.04.2005  
Допечатный процесс ООО «Марк Принт  
энд Паблшер», тел.: (095) 136-37-47  
Типография ООО «Офсет Принт М»

**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»



**11** Химики  
высказывают  
мнение, что ДНК  
и РНК возникли  
не на планете  
Земля,  
а одновременно  
с ней —  
в космическом  
пространстве.



Химия и жизнь — XXI век

**32**

Виновато ли Солнце  
в погодных  
катаклизмах?  
И если да, то чем  
именно оно  
провинилось?

**ИНФОРМНАУКА**

НЮХ КАК У СОБАКИ .....	4
ДНК В СОБРАНИИ ДРЕВНОСТЕЙ .....	4
ЧЕЛОВЕЧЕСКИЕ БОЛЕЗНИ У ОБЕЗЬЯН .....	5
ЛИЛИИ ВКУСНЫ И ПИТАТЕЛЬНЫ .....	5

**ДИСКУССИИ**

НАУКА БЕЗ КУПЮР .....	6
<b>Г.В.Лисичкин</b> РЕЦЕНЗИЯ — ОСНОВА ХОРОШЕГО ЖУРНАЛА .....	7
<b>В.Благутина</b> ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА ДОСТУПНА ВСЕМ .....	10

**ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ**

<b>В.Н.Пармон</b> НОВОЕ В ТЕОРИИ ПОЯВЛЕНИЯ ЖИЗНИ .....	11
<b>Н.Г.Рамбиди</b> МОЛЕКУЛЯРНАЯ ЭВМ: СТАРАЯ СКАЗКА ИЛИ НЕИЗБЕЖНОЕ БУДУЩЕЕ? .....	16

**ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА**

<b>О.О.Максименко</b> РАБОТА С КАТАЛИЗАТОРОМ .....	21
---	----

**РАССЛЕДОВАНИЕ**

<b>Л.А.Ашкинази</b> КОНДЕНСАТОР БЕЗ ДИЭЛЕКТРИКА .....	30
--	----

**ФОТОИНФОРМАЦИЯ**

<b>С.Анофелес</b> ЕВРОПА В СНЕГАХ .....	32
--	----

**ГИПОТЕЗЫ**

<b>В.Д.Пудов</b> И СНЕГ, И СОЛНЦЕ, И ПОТОП .....	32
---	----

**АРХИВ**

<b>В.В.Шулейкин</b> ТЕЛЛУРИЧЕСКИЕ ТОКИ В МОРЕ .....	36
--	----

**ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА**

<b>Л.Хатуль</b> «НЕДОСТАЮЩЕЕ ЗВЕНО» — ЗОЛОТОЕ, НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ ...	40
---	----

**ФОТОИНФОРМАЦИЯ**

<b>С.Алексеев</b> ЛЯРВА С ЛОСОСЕВОЙ ФЕРМЫ .....	46
--	----

50



Мишель Жуве — выдающийся физиолог XX века и автор историко-фантастического романа про своего коллегу из XVIII века.

56



Микроорганизмы — любители экстремальных условий живут не только возле «черных курильщиков», но и возле белых башен...

В номере

4, 48

**ИНФОРМАУКА**

Про новый «искусственный нос» для обнаружения взрывчатки, съедобные луковицы лилий, углеродное сердце и сексуальные проблемы у лидеров популяций.

6

**ДИСКУССИИ**

Научные публикации в интернете: хорошо это или плохо? С одной стороны, быстрота и легкость, с которой мысли ученого достигают читательских масс, — явный плюс. С другой стороны, только система рецензирования создает репутацию журнала, и пока виртуальное издание публикует всех желающих, его авторам бесполезно требовать равноправия с теми, кого напечатали в типографии...

16

**ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ**

Молекулы, сохраняющие информацию, в середине XX века были предметом гениальных спекуляций Шредингера и Фейнмана, а сегодня «молекулярные ЭВМ» уже готовят к сборке.

30

**РАССЛЕДОВАНИЕ**

Техническое применение диэлектрика толщиной 0,1 мкм — это из области фантастики. А тогда что такое ионистор?

58

**ЧТО МЫ ПЬЕМ**

у хорошего бутылочного пива минимальная высота пены — не менее 40 мм, и держаться она должна не менее четырех минут.

**КНИГИ**

**П.Данилов**  
СЛОВО В ЗАЩИТУ КИТОВ ..... 47

**ИНФОРМАУКА**

УГЛЕРОДНОЕ СЕРДЦЕ ..... 48  
 ЧЕРНОЕ НА ЧЕРНОМ ..... 48  
 КАРТОФЕЛЬНАЯ ВАКЦИНА ..... 48  
 ХОЗЯЕВАМ ЖИЗНИ НЕ ДО РАЗМНОЖЕНИЯ ..... 49

**СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ**

**В.М.Ковальзон**  
ГУГО ЛАСЭВ И МИШЕЛЬ ЖУВЕ ..... 50  
**М.Жуве**  
ЗАМОК СНОВ ..... 51

**ФОТОИНФОРМАЦИЯ**

**Н.Резник, С.Комаров**  
СОДОВАЯ ЖИЗНЬ ..... 56

**ЧТО МЫ ПЬЕМ**

**И.В.Селиверстова**  
ПЕННАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ ..... 58

**ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ**

**Д.В.Лычаков**  
«ПОЛЕТЫ ДУШИ»: СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТА ..... 62

**ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК**

**Е.Павшук**  
ПРОСТО БИОФАК, НО В ТЕЛЬ-АВИВЕ ..... 64

**ФАНТАСТИКА**

**В.Выставной**  
КРЫСА, БУДЬ ЧЕЛОВЕКОМ! ..... 66

**ЮБИЛЕЙ**

**Е.Котина**  
МИФИЧЕСКИЕ ЖИВОТНЫЕ:  
ЖЕМЧУЖИНА ГЛУХАРЯ И ЯБЛОКО ЕЖА ..... 72

ИНФОРМАЦИЯ	8, 26, 62	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	70
В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	28	ПИШУТ, ЧТО...	70
РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ	38	ПЕРЕПИСКА	72
ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ	42		



## ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

### Нюх как у собаки

Ученые Института общей физики РАН работают над созданием уникального прибора. С его помощью можно будет найти в воздухе считанные молекулы взрывчатки, наркотиков или отравляющих веществ. По чувствительности он будет превосходить нюх хорошей собаки-ищейки ([nikifor@kapella.gpi.ru](mailto:nikifor@kapella.gpi.ru)).



Дело в том, что все известные методы либо нуждаются в предварительном разделении проб воздуха (что сильно понижает чувствительность, увеличивает длительность анализа и осложняет процесс детектирования), либо определяют структуру вещества по его фрагментам. А если структура соединения сложная, да еще оно не единственное в пробе (обычно так и бывает), то инструментальными методами контроля задача оказывается не по зубам. Вернее — не по носу. Вот и приходится звать на помощь специально обученных собак, чье обоняние на несколько порядков чувствительнее не только человека, но и самых сложных приборов. Правда, здесь свои проблемы: например, горсть перца начисто обезоруживает четвероногого нюхача. Кроме того, у собаки, как и у человека, может быть плохое настроение или заложен нос, ее можно отвлечь или сбить со следа. Значит, нужен прибор — объективный, надежный и высокочувствительный. Именно такой и придумали московские ученые.

В основе прибора — совершенно новый принцип, разработанный в ИОФ РАН совместно с Университетом штата Монтана (США). Суть его в том, что молекулы искомого вещества сначала сорбируются на специально обработанную кремниевую поверхность и взаимодействуют с ней. Затем луч лазера сшибает их с этой поверхности, и они становятся положительно заряженными ионами, отличающимися от исходных молекул только тем, что к ним присоединен или удален с них ион водорода, протон.

Такие ионы легко анализировать с помощью так называемого времяпролетного масс-спектрометра. В нем ионы разгоняют, по времени полета до мишени определяют их массу и соответственно идентифицируют.

«Нам сильно повезло, — рассказывает руководитель проекта кандидат физико-математических наук С.Никифоров. — Наиболее распространенные наркотики

и взрывчатые вещества, да и большинство отравляющих веществ — это азотсодержащие соединения, которые смогут участвовать в реакциях обмена протоном. Благодаря

этому их можно анализировать с помощью нашего метода — сорбировать на кремнии и протонировать (или депротонировать) лучом лазера».

Предварительно авторам пришлось решить две сложные задачи. Во-первых, добиться, чтобы большинство искомым молекул прилипали к кремниевой пластинке. Для этого ученые сделали ее шероховатой. А во-вторых, нужен был эталон для чрезвычайно низких концентраций искомого вещества или их аналогов, буквально для считанных молекул. Простым разбавлением сделать это невозможно — слишком неточно. Ученые нашли исключительно остроумное решение, использовав пьезочувствительный элемент — кварцевую пластину с предварительно нанесенным покрытием, вес которого можно измерить по частоте колебаний пластины. В это покрытие, как в матрицу, ученые и предложили вводить вещество-эталон. В вакуумной камере оно испаряется, а разницу в весе и соответственно количество вещества, попавшего в объем камеры, можно точно измерить по частоте колебаний этой пластины.

Ученые сделали и откалибровали первый опытный образец такого анализатора. Теперь нужно разработать программное обеспечение, чтобы прибор мог работать автоматически. По мнению авторов, при достаточном финансировании проекта через год это будет сделано.

## МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

### ДНК в собрании древностей

*В Москве работает Межинститутский кабинет по изучению древней ДНК, доступный для всех ученых. Создание кабинета поддержал РФФИ ([avant@eimb.ru](mailto:avant@eimb.ru)).*

В начале XXI века специалисты Института молекулярной биологии РАН приступили к исследованиям древней ДНК, выделенной из останков живых организмов и их частей. Оказалось, что анализ древней ДНК возможен и чрезвычайно важен, поскольку приносит интересные резуль-

таты в самых разных областях науки. Эти работы увенчались появлением Межинститутского кабинета по изучению древней ДНК. Кабинет создан по инициативе академика Т.И.Алексеевой (Институт археологии РАН) и при активной поддержке дирекции Института молекулярной биологии РАН.

Исследователи начали работу с не очень древнего материала — человеческих волос из антропологических коллекций. ДНК выделяли из волос восточных эвенков, собранных антропологической экспедицией МГУ в начале 70-х годов XX века. Тогда ученые доказали, что источником ДНК могут быть волосы без луковиц, срезанные у корня.

Исследователи начали работу с не очень древнего материала — человеческих волос из антропологических коллекций. ДНК выделяли из волос восточных эвенков, собранных антропологической экспедицией МГУ в начале 70-х годов XX века. Тогда ученые доказали, что источником ДНК могут быть волосы без луковиц, срезанные у корня.

Следующий объект исследования предложили археологи из Алтайского университета. Это были уникальные находки — костные останки 3–6-месячных младенцев и взрослых людей, найденные при раскопках хорошо сохранившейся древней стоянки Березовая Лука в предгорьях Алтая на берегу притока Оби. Стоянка относится к эпохе ранней бронзы (конец третьего — начало второго тысячелетия до н. э.). Проанализировав ДНК митохондрий, ученые установили, что взрослые покойники — европейцы, а все дети, предположительно девочки, принадлежат к монголоидной группе. Исследователи считают, что в эпоху ранней бронзы на Алтай пришли европеоидные группы, постепенно вытеснявшие местное азиатское население. А в девочках текла монголоидная кровь, их матери принадлежали к коренной народности. Ученые не исключают, что малышей убили, потому что они девочки. Уничтожение младенцев неугодного пола характерно и для родственных изучаемой культуры.

Специалисты работали с ДНК не только древних людей, но и вымерших животных. Совместно с зоологами из Института проблем экологии и эволюции они определили принадлежность недавно описанного во Вьетнаме вида копытного животного *Pseudonovibos spiralis*. В распоряжении ученых были только рога и фрагмент черепа. Один из немногих известных экземпляров рогов этого животного находится в России, в коллекции Зоологического музея МГУ. Необычная форма рогов и угол их отхождения от черепа не позволяли отнести таинственное животное ни к козам, ни к буйволам. Московские ученые сравнили образцы ДНК, выделенные из костей и рогов, и установили, что они идентичны, поэтому череп и



рога действительно принадлежали одному животному. Проанализировав последовательность одного из генов и сравнив ее с известными последовательностями этого же гена у других копытных, молекулярные биологи заключили, что носитель рогов был ближе к азиатским буйволам.

По мнению исследователей, используя хранящийся в музеях и коллекциях биоматериал, можно будет дать молекулярно-генетическую характеристику исчезнувшим популяциям и провести ретроспективный анализ истории генофонда современных народов.

## ПРИМАТОЛОГИЯ

### Человеческие болезни у обезьян

*У людей и обезьян много общего, в том числе и болезни, передающиеся половым путем. Репродуктивное здоровье приматов исследуют ученые НИИ медицинской приматологии РАМН (Сочи-Адлер) при поддержке РФФИ (iprim@sochi.net).*

Некоторые обитатели Адлерского обезьяньего питомника страдают от инфекций, передающихся половым путем. Специалисты ГУ НИИ медицинской приматологии РАМН, обследовав своих подопечных, выяснили, что половые инфекции вызывают у обезьян патологии беременности и родов.

Взглянуть на обезьянью жизнь с этой точки зрения ученых заставили людские нужды. Инфекции мочеполового тракта представляют серьезную медицинскую и социальную проблему. По данным медиков, патология беременности и родов, ранние аборт и мертворождения связаны в том числе с инфекционными заболеваниями, которые вызываются микоплазмами, хламидиями, уреоплазмами и трихомонадами. Поскольку эти возбудители широко распространены и их часто находят у практически здоровых людей, врачам трудно решить, какова истинная роль этих микроорганизмов в патологии беременности и родов. Возникла острая необходимость в модельных системах, и тогда ученые обратились к приматам — животным, наиболее близким к человеку по спектру инфекционных заболеваний. И тут оказалось, что моделировать ничего не надо — обезьяны и так болеют теми болезнями, названия которых не сходят с рекламных объявлений коммерческих клиник.

Приматологи обследовали 208 яванских макаков, макаков-резусов, макаков-лапундеров и павианов гамадрилов в возрасте от одного года до 26 лет. Они искали возбудителей четырех видов (трихомонад, хламидий, микоплазм и уреоплазм). Исследования проводили методом ген-

ной диагностики. Большинство животных родились в Адлерском институтском питомнике. Их держали небольшими группами в открытых вольерах или клетках и кормили гранулированными кормами. Среди обезьян были здоровые самки и самцы, а также самки с патологией беременности и родов. У нескольких обезьян, умерших родами, диагностику провели посмертно. Оказалось, что почти половина здоровых обезьян заражена возбудителями генитальных инфекций, при этом никаких клинических симптомов заболеваний у животных нет, что совпадает с аналогичными наблюдениями у людей. Больными обезьяны не рождаются, а становятся в возрасте двух-трех лет, когда вступают в пору полового созревания. Чаще всего здоро-



вые обезьяны заражены хламидиями или микоплазмами, но иногда в одном животном обитают одновременно два-три вида возбудителей.

У бесплодных обезьян возбудители половых инфекций встречаются чаще, чем у самок с нормальной детородной функцией, поэтому ученые сочли эти инфекции важной причиной бесплодия. Среди самок, на долю которых выпали аборт, мертворождения, послеродовые и послеабортные осложнения или патологические роды, мочеполовыми инфекциями страдают практически все (более 95%). В отличие от здоровых самок, у подавляющего большинства больных нашли одновременно две-четыре инфекции. Среди возбудителей лидируют опять-таки хламидии и микоплазмы.

На исход беременности и родов влияет множество факторов, однако, по мнению исследователей, главную роль играют здесь половые инфекции. Пример обезьян в очередной раз людям наука — надо обследоваться и лечить-ся до зачатия.

## БОТАНИКА

### Лилии вкусны и питательны

*Новосибирские цветоводы предлагают использовать лилии в качестве пищевого сырья. Луковицы этих растений обладают изысканным вку-*

*сом, питательны и полезны, но, чтобы получить хороший урожай, придется обрезать бутоны, которые, впрочем, тоже пойдут в дело.*

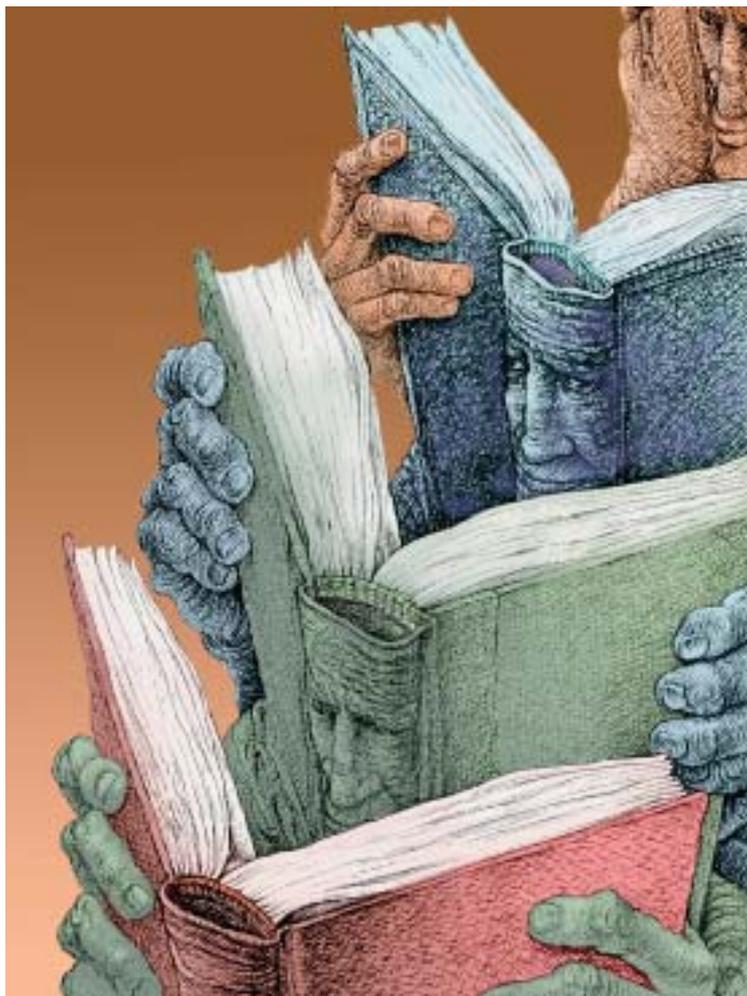
В Восточной Азии лилии стали традиционной овощной культурой. Там едят не только луковицы, но и чрезвычайно питательные пыльники. В Новосибирской области едят луковицы саранки — единственного растущего здесь редкого вида лилий *Lilium martagon*. В народной медицине используют ранозаживляющие, противовоспалительные, мочегонные, желчегонные и седативные свойства некоторых лилий. Одну из них, *Lilium pumilum*, лекари Сибири и Дальнего Востока издавна применяют при травмах костей и гинекологических заболеваниях. Так что лилии — ценные растения, однако в нашей стране их выращивают только в декоративных целях.

Специалисты Новосибирской зональной плодово-ягодной опытной станции им. И.В.Мичурина собрали коллекцию из 250 видов и сортов лилий, разнообразных по генетическому и эколого-географическому происхождению. Лилии выращивают в открытом грунте в севообороте и пересаживают на новое место через каждые три года. Эта коллекция и станет, по-видимому, колыбелью огородных сортов лилии. Для начала исследователи оценили урожайность сортов с самыми крупными луковицами, а в лаборатории фитохимии Центрального сибирского ботанического сада СО РАН сделали биохимический анализ луковиц и соцветий.

В результате ученые отобрали 15 сортов, гибриды нескольких азиатских видов отечественной селекции, наиболее устойчивые к засухе и вирусным заболеваниям, образующие крупные и многочисленные луковицы-детки. Луковицы сажают в сентябре и через год собирают урожай. У высокопродуктивных сортов средний размер луковиц превышал 5 см. Более 40% вкусной луковицы составляет крахмал, но в ней также много белка (10,4%) и сахара (5,3%), богата она и фосфором, калием, цинком и железом. Рецептов приготовления лилейных луковиц селекционеры не предложили, зато разработали несколько технологий выращивания. Лучше всего выращивать посадочный материал из луковиц-деток на поливных землях, высевать его на поля, а через год собирать урожай.

Чтобы луковицы получились большие и вкусные, лилии не должны цвести. Бутоны придется удалять, но выбрасывать их не надо. Они богаты дубильными веществами, органическими кислотами, сахарами, протопектином и витамином С, поэтому могут служить сырьем для биологически активных добавок к пище. Таким образом, все части лилейного побего пойдут в дело.

# Наука без купюр



Художник М. Златковский

*Система научных публикаций — питательная среда для коррупции*

**П**родолжая обсуждение индекса цитирования (см. «Химию и жизнь», 2004, № 12, 2005, № 4), нельзя не коснуться еще одной темы: возможности публикации научных работ. Так совпало, что в редакцию недавно пришло письмо по электронной почте от сотрудника Института химии и химической технологии СО РАН Александра Шагаева, который со своим испанским коллегой Хуаном Альварес-Гонсалесом подготовил проект по пересмотру системы публикаций и оценки качества научных работ.

Основные мотивы, побудившие их начать этот крестовый поход, следующие:

1) Между представлением статьи в журнал и ее публикацией проходит от трех месяцев до года (иногда и больше).

2) Решение о публикации статьи принимают анонимные рецензенты (с которыми невозможно вступить в полемику), а они не могут знать все и практически не бывают «совершенно беспристрастными». Кроме того, существует явно выраженный монополизм отдельных научных направлений, поэтому представители альтернативных точек зрения не могут опубликовать свои результаты, так как они не соответствуют «общепринятой» точке зрения.

3) Рецензируя научную статью, редакторы и издатели стремятся сохранить качество научной литературы. Но качество — субъективный критерий. Практически все первые работы нобелевских лауреатов первоначально были отвергнуты рецензентами. Сам бывший главный редактор «Nature» Джон Мэддокс сказал, что «если бы Исаак Ньютон представил свою теорию гравитации в наши дни, его работа была бы отвергнута на этапе экспертной оценки». Сегодня опубликовать революционную научную работу намного сложнее, чем 50 лет назад.

4) Молодым ученым трудно опубликовать статьи в престижных журналах.

5) Некоторые журналы и, следовательно, опубликованные в них статьи недоступны из-за высокой стоимости (например, цена одного биохимического журнала Американского химического общества составляет для студентов более 350 долларов США).

6) Высшие научные организации некоторых стран (например, ВАК в России) не рассматривают статьи, опубликованные на сайтах ведущих зарубежных центров в интернете, как научные публикации.

**В**ся система, по мнению инициаторов реформы, — питательная среда для коррупции — например, договорные защиты, разбазаривание финансовых ресурсов, преднамеренное отклонение статей. В итоге из науки уходят молодые и активные исследователи, особенно из тех областей, где установившиеся точки зрения жестко контролируют «ведущие» ученые. Авторы проекта также считают, что жалобы руководителей российских научных организаций на малое финансирование верны лишь частично, а одна из основных причин упадка науки — монополизм отдельных групп научного сообщества, цепляющихся за свои посты и право распоряжаться финансовыми средствами, а также отсутствие дискуссий (соответственно — отсутствие прогресса). Ряд ученых разделяют такую точку зрения, что отражено на сайте.

Предложения авторов проекта (мы дали их в сокращенном виде — подробнее см. на сайте <http://electrochemist2.narod.ru/index.html>):

1) Все узкоспециализированные научные журналы должны иметь сайты в интернете с общедоступными, бесплатными дискуссионными форумами. Авторы могут публиковать статьи на сайте журнала или сообщить ссылку на свой сайт, содержащий статью. Сайт должен иметь также общедоступный архив всех представленных статей с неограниченным сроком хранения (для надежности можно дублировать их в единой базе Академии наук и соответствующих научных обществ). Наличие архива решит хотя бы отчасти проблему плагиата в научной среде, а также исключит повторы (представление аналогичных результатов в разные журналы — обычный прием в научном сообществе).

2) Все статьи, представленные на сайты журналов, должны публиковаться или без рецензии (через какое-то время их оценят участники форума), или с минимальной рецензией. В последнем случае редактор может переместить отклоненную им статью в раздел «Отвергнутые статьи», информируя об этом факте и аргументируя свое решение. Таким образом, каждый может прочи-

тать отвергнутую статью и сделать собственное заключение о ее ценности. Статья появляется на сайте журнала практически сразу после представления. Автор несет полную ответственность за публикуемые результаты и форму подачи (орфографические, синтаксические и стилистические ошибки).

3) Решение о научной ценности статьи принимают участники открытых дискуссионных форумов на сайтах (одно из предложений — приниматься в расчет могут только мнения ученых с соответствующей степенью, другое — мнение всех ученых, имеющих достаточный

опыт работы в данной области). Статьи, одобренные дискуссионным форумом и принятые в электронный журнал любой страны мира, должны засчитываться как научные публикации всеми диссертационными советами и Аттестационными комиссиями. Результатом дискуссии может быть перемещение статьи в раздел «Отвергнутые» или даже удаление уже принятых статей из электронного журнала (при согласии автора).

4) Диссертации без грифа «секретно» заранее выставляются на дискуссионных сайтах журналов (или научных учреждений) для свободного и всесто-

ронного обсуждения. Результаты этих обсуждений должны приниматься в расчет при защитах диссертаций и результатов исследовательских программ.

5) Редакции журналов издают лучшие статьи дискуссионных форумов после редактуры (орфографические, синтаксические и стилистические ошибки) в печатном виде. В этом случае в печать попадут лишь лучшие статьи в каждой области знаний.

Авторы проекта призывают всех своих коллег вступить в дискуссию, проводимую на сайте <http://electrochemist2.narod.ru/index.html>.

*Прокомментировать эту проблему любезно согласился профессор, зав. лабораторией органического катализа Химического факультета МГУ и главный редактор «Журнала Российского химического общества им. Д.И.Менделеева»*  
**Георгий Васильевич Лисичкин.**

## Рецензия — основа хорошего журнала



ДИСКУССИИ

**П**режде всего замечу, что стремление авторов письма усовершенствовать систему публикаций научных работ, в том числе содержащих новые идеи, надо приветствовать. Они несомненно правы в том, что необходимо использовать новые возможности, которые дают электронные средства коммуникации. Однако многие конкретные предложения авторов письма вызывают у меня возражения.

Сначала подчеркну, что речь пойдет только о химических журналах, поскольку я хорошо знаю, как там обстоят дела с научными публикациями. О других областях, в частности медицинской, судить не возьмусь, поскольку допускаю, что там может быть все не так однозначно.

Начнем с того, что с момента представления статьи до ее публикации зачастую проходит очень много времени. Но связано это только с бедностью российской науки и соответственно наших научных журналов. Чтобы между моментом представления рукописи и ее публикацией проходило 3–4 месяца (а это продолжительность редакционной подготовки и полиграфических работ), нужно иметь дополнительный штат сотрудников: редакторов, наборщиков, верстальщиков, корректоров. Всем им надо платить достойную зарплату. Рецензентам, которые в большинстве случаев работают на общественных нача-

лах (это одна из причин задержки публикаций), тоже неплохо бы платить приличный гонорар за быстро написанную рецензию. Полезно было бы увеличить объем журналов и/или частоту их выхода. Однако средств на все это нет. Так, наш «Российский химический журнал — Журнал РХО им. Д.И.Менделеева» вообще не имеет государственного или какого-либо другого систематического финансирования. Поэтому интервал публикации составляет от трех месяцев до года.

**О** рецензентах. Разумеется, знания любого научного работника неполны, но то, что рукописи оценивает не «весь мир», а ограниченный круг рецензентов, — правильно. Потому что это специально выбранные ученые высочайшей квалификации, и, как правило, каждый журнал гордится своим кругом рецензентов. Более того, редакционные коллегии отбирают рецензентов еще и по человеческим качествам, чтобы это были доброжелательные, терпеливые и, по возможности, спокойные люди. Чтобы исключить субъективизм, в серьезных научных журналах каждую рукопись одновременно рецензирует не один, а два (а в некоторых журналах четыре) рецензента. Только система тщательного рецензирования создает репутацию издания: интересный высококлассный журнал — это журнал, в котором каждая статья прошла не

менее чем через двух рецензентов. Сравните, к примеру, «Langmuir» и любой ведомственный сборник трудов, для публикации в котором автор должен сам приложить рецензию.

Проблема анонимности рецензентов в значительной мере надуманна. В некоторых изданиях, например в Соросовском Образовательном Журнале, рецензирование открытое. Большинство редакций предоставляют рецензенту право (но не обязывают его!) поставить свою подпись под оценкой, и во многих случаях рецензенты не скрывают свое авторство. Требовать же полной и безусловной открытости всех рецензентов нельзя потому, что среди множества авторов, увы, есть и, по-видимому, будут всегда люди с неустойчивой психикой, заикленные на своих «сверхпроблемах». Открытое рецензирование рукописей таких авторов грозит рецензенту опасностью посвятить всю свою дальнейшую жизнь бесплодным дискуссиям с этими неадекватными личностями. Известны и трагические случаи убийства рецензентов.

**Х**орошая статья совершенно неизвестного соискателя без маститого шефа в соавторах будет опубликована, если работа в самом деле хороша. Проблема, скорее, в другом: иногда бывает трудно отказать в публикации, если в соавто-

рах известный «босс», но это не значит, что статья неизвестного ученого не будет принята. Всегда в качестве аргумента приводят пример, что полвека назад рецензент «Журнала физической химии» отклонил статью Б.П. Белоусова о колебательных реакциях. Надо сказать, что с тех пор наука сильно демократизировалась и появилось много научных журналов, которые печатают статьи по близким тематикам. Если бы Борис Павлович получил отказ в публикации своей статьи в ЖФХ в наши дни, он мог бы обратиться еще, по крайней мере, в пяток отечественных журналов и, разумеется, в несколько зарубежных. А в 1951 году у него была единственная возможность — ЖФХ. О публикации в заграничном журнале работник секретного института Б.П. Белоусов не мог в ту пору даже мечтать. Опубликовать революционную работу отечественному автору сегодня легче, чем 50 лет назад. Другое дело, что революции в науке происходят очень редко, во всяком случае, реже, чем это кажется авторам проекта.

**Е**сли говорить о том, что узкоспециализированные журналы не берут статьи смежной тематики, то этому тоже есть решение. Ака-

демик О.М. Нефедов примерно 10 лет назад организовал и возглавил журнал «Mendeleev communications», который публикует статьи из любых областей химии, причем печатает их сразу на английском языке. Срок публикации составляет четыре–шесть месяцев. Рукописи, естественно, рецензируются нашими и английскими специалистами. Этот журнал был специально создан для быстрой публикации хороших работ. Еще один журнал — «Известия РАН, серия химическая» тоже представляет все области химии, причем объем статей может быть довольно большим. Срок публикации там — 6–7 месяцев. Третий журнал, «Успехи химии», публикует обзоры также по всем областям, причем иногда проблемные, с новыми идеями. Несмотря на то что все три журнала принадлежат Академии наук, они принимают любые работы — из вузов, из отраслевых НИИ, была бы хорошая статья. Замечу, что все три упомянутых журнала имеют высокий для наших журналов импакт-фактор (критерий востребованности публикуемых в них статей).

(Качество научных журналов оценивается импакт-фактором журнала, который присваивает американский Институт научной информации: его величина зависит от того, сколько в

журнале часто цитируемых статей. У российских журналов в целом низкий импакт-фактор, что вовсе не отражает качество российской науки и журналов — на низкий фактор влияет языковой барьер (их мало кто читает), а также уверенность американцев, что вся наука делается только в Соединенных Штатах. — *Примеч. автора.*)

**В** чем можно согласиться с авторами проекта? Чем больше в статье существенно нового, тем большее сопротивление она встретит. Верно то, что люди работают в пределах устоявшейся парадигмы и рутинная работа всегда проходит легче, чем революционная. Эту проблему еще 12 лет назад мы попытались решить в нашем «Журнале РХО им. Д.И. Менделеева». С 1994 года один раз в год мы стали выпускать специальный номер под девизом «Новые идеи и гипотезы». Наша цель была — дать возможность опубликоваться людям, которые действительно придумали или сделали нечто кардинально новое. Чтобы облегчить задачу, в этих специальных номерах мы «снижали барьер» для авторов и даже не требовали от них детального экспериментального подтверждения высказываемой идеи или гипотезе. Новые гипотезы и идеи всего-то должны



**Компания LG Chem, являющаяся крупнейшим в Южной Корее производителем и разработчиком химической продукции, объявляет набор химиков-исследователей для работы в исследовательском центре LG Chem в Южной Корее.**

#### **УСЛОВИЯ:**

#### **ТРЕБОВАНИЯ:**

##### **1. Высшее образование и опыт исследований в следующих областях химии, физики и биологии:**

- ◆ Органический и неорганический синтез
- ◆ Кинетика, катализ
- ◆ Спектроскопия
- ◆ Химия и физика высокомолекулярных соединений
- ◆ Электроника, оптоэлектроника, оптика, оптофизика
- ◆ Электрохимия
- ◆ Источники тока, топливные элементы
- ◆ Тонкие пленки, покрытия
- ◆ Вычислительная химия
- ◆ Химия биологически активных соединений
- ◆ Биополимеры, биокатализ
- ◆ Жидкие кристаллы
- ◆ Материалы для MEMS, микросхем
- ◆ Нанотехнологии, наноматериалы
- ◆ Химическая технология

##### **2. Хороший уровень английского.**

##### **3. Возможность выезда в Корею для работы по контракту не менее чем на один год.**

- ◆ работа в Южной Корее в исследовательском центре LG Chem
- ◆ первый контракт заключается на 1 год с возможностью продления
- ◆ высокая заработная плата (обсуждается на собеседовании)
- ◆ авиабилет, получение визы, квартира и обеды оплачиваются LG Chem отдельно.

**Просим высылать резюме на английском языке по электронной почте:**

**lyana\_pak@lge.com**

**Телефон: +7 (095) 721-1170**

**Белобородов Дмитрий, Пак Ляна**



были не идти вразрез с законами сохранения, не иметь внутренних противоречий, обладать причинно-следственными связями. До 2003 года вышло десять таких номеров. Первый мы собирали сами, потом пошел самотек, из которого половину пришлось отклонять именно из-за несоответствия нашим простейшим требованиям.

Так, наша редколлегия безжалостно отклонила статью, автор которой утверждал, что при разложении (!) 1 кг  $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$  выделяется 8,5 млн. Ккал тепла (так называемая силикатная энергетика). Между прочим, этот бред был уже опубликован одним научным и одним научно-популярным журналом, не считая десятка ведомственных!

Когда мы выпустили десятый номер, а в каждом было в среднем по 15 статей, то тщательно проанализировали весь этот массив (результаты опубликованы в РХЖ, 2003, т.47, № 2). Оказалось, что существенной новизной обладают не больше 15% статей, то есть, вопреки предположениям авторов проекта, новых идей не так много. Поэтому мы больше не выпускаем номера, полностью посвященные нестандартным взглядам, а печатаем такие статьи в текущих номерах в рубрике с тем же названием «Новые идеи и гипотезы». Некоторые из них были действительно интересны и шли вразрез с устоявшимися представлениями.

Например, у нас были опубликованы очень нетривиальные работы С.Э.Шноля о тонкой структуре радиоактивного распада. Противоположный пример — когда пришлось отклонить рукопись о трансмутации элементов в электрическом разряде. И отклонена она была не потому, что в соответствии с известными физическими законами уровень энергии разряда недостаточен для ядерных превращений, а из-за отсутствия в статье отчетливых доказательств протекания реакции. Эксперимент должен воспроизводиться, и это очень важный критерий. Впрочем, тема воспроизведения эксперимента заслуживает отдельного разговора.

**Т**еперь об открытых публикациях на сайтах. Нет сомнений в том, что в ближайшие годы в интернете появится множество электронных научных журналов. Этот процесс уже начался. Скорость публикации в таких журналах будет выше, чем в традиционных бумажных. Но можно смело утверждать, что качество электронных журналов будет, как и у обычных, определяться уровнем ответственного рецензирования специалистами. Именно специалистами, а от-

*Качество любого издания определяется уровнем рецензирования специалистами*



## ДИСКУССИИ

нюдь не голосованием читателей, как предлагают авторы проекта. Истина не решается большинством голосов.

А вот дискуссионные форумы, на мой взгляд, вещь очень нужная и полезная, с этим я согласен. Мы на своем сайте собираемся его организовать, чтобы хотя бы для начала можно было обсуждать новые идеи. Главное — не делать организационных выводов из таких дискуссий, а просто принимать их к сведению.

**О**дна из основных наших проблем сегодня — это труднодоступность для российских научных работников зарубежных научных журналов. Бумажные их версии дороги, и практически нет библиотек, способных подписаться на полный комплект химических журналов. А у вузов и НИИ нет средств на оплату доступа к электронным версиям. Опять все упирается в деньги, как и со скоростью публикации.

Что касается наших журналов, то некоторые из них, например РХЖ, полностью и бесплатно можно почитать в интернете <http://www.chem.msu.ru/rus/journals/jvho/welcome.html>, однако переходить на электронные версии и отказываться от бумажных преждевременно. Во-первых, многие наши диссертационные советы не признают публикацию в электронном издании как полноценную, на которую можно сослаться в автореферате диссертации, и вряд ли они согласятся с авторами проекта, что «должны признавать» — кто их заставит? Кстати, качество электронных научных изданий в России пока существенно ниже, чем бумажных. А во-вторых, бумажная версия все-таки дольше существует, по крайней мере, в масштабах нашей жизни. А вот в интернете я совсем не так уверен. Может быть, со временем стабильность сетевой информации будет выше и ситуация изменится.

Мы решили не исследовать подробно проблему с научными публикациями в других областях, все-таки химия нам ближе. Однако двух профессоров медицины, ученых с мировыми именами, тем не менее спросили, что они думают по этому поводу. Оказалось, что в медицине «лист ожидания» гораздо длинней — полтора года могут оказаться удачей.

Мнение о рецензировании работ было совершенно единодушным: оно необходимо, чтобы отсеять слабые работы, которых довольно много. (Хотя все признали, что даже у доброжелательного рецензента статья может провалиться пару месяцев и больше по причине его исключительной занятости.) Легко согласились и с тем, что существует человеческий фактор, который не позволяет отказать в публикации слабой статьи, когда в числе соавторов — известная личность.

Вопрос об идеях, противоречащих существующим представлениям, довольно скользкий. Все-таки медицина, за редкими исключениями, наука описательная и статистическая, а значит, поле для фантазии существенно шире. И все же наши собеседники были единодушны: «Если работа аргументированна и логична, то почему бы и нет?»

А вот недоступность научной информации действительно вызывает серьезные опасения, поэтому идея параллельной публикации в бесплатных электронных изданиях кажется не лишеной смысла. Впрочем, именно это и было реализовано биологами в программе «Геном человека» — все новое сразу появлялось на сайте, и никто не тратил время на ожидание. Может быть, как раз за этим будущее.

**От редакции.** Раздел «Отвергнутые статьи» в открытом доступе может быть весьма полезен. Не будет плагиата и не будет обиженных. Только отправлять статьи в этот раздел должен не форум (трудно себе представить, что люди, активно ведущие собственную научную работу, найдут время постоянно отслеживать на общественных началах весь массив появляющихся статей), а независимые профессиональные рецензенты.

# Электронная наука доступна всем

В.Благутина



ДИСКУССИИ

**Н**адо сказать, что на Западе ученые забеспокоились гораздо раньше, причем в основном их волнует проблема доступности научной информации. За последние десять лет цена подписки на научные журналы выросла в среднем в три раза, поэтому библиотеки были вынуждены отказаться от многих изданий. Издатели научных журналов и не скрывают, что это очень прибыльный бизнес — например, известно, что Американская ассоциация по продвижению науки (AAAS) финансирует многие свои проекты на доходы от издания журнала «Science».

Началось все с частной инициативы. В 1991 году заработал интернет-сервер [www.arxiv.org](http://www.arxiv.org), который предлагал присылать физические статьи и формировал из них общедоступный архив. Теперь этот сайт расширился и стал основной сетевой научной библиотекой не только по физике, но и по информатике, астрономии и математике. Сегодня примерно половина от общего числа статей по физике присылается на этот сервер до публикации в печатном виде. Ежемесячно в [arxiv.org](http://arxiv.org) появляется 2000 статей, а каждый день эту базу данных посещает более 140 000 человек.

В 2000 году была создана единая медицинская электронная база данных со свободным доступом (PubMed Central). Цель — собрать все статьи в одном месте и облегчить поиск ученым в огромном массиве информации. PubMed Central призвал журналы присылать им опубликованные статьи так быстро, как они сочтут возможным (хотя бы через полгода или через год). Многие издания не захотели делиться своей информацией и посылать ее на другой сайт, даже если на своем по прошествии определенного времени делают ее доступной для всех. Тем не менее несколько журналов откликнулись на призыв, и дело потихоньку развивается.

Публичная научная библиотека (Public Library of Science — PLoS) была основана в октябре 2000 года. Это коалиция ученых-исследователей, которые поставили себе задачу сделать мировую на-

уку и медицинскую литературу открытой для всех. Они составили открытое письмо, которое подписали около 34 000 исследователей из 180 стран, в котором требовали от издателей научных журналов вывешивать их статьи в открытый доступ в интернете через полгода после выхода журнала в свет. Для этого предполагалось создать специальный электронный архив с возможностью поиска, который содержал бы полный текст всех опубликованных научных статей на английском языке и в котором любой желающий смог бы бесплатно ознакомиться с результатами исследований. Ученые, подписавшие послание, грозили объявить с сентября 2001 года бойкот научным журналам, если те не отреагируют на ультиматум. «Nature» и «Science» организовали электронные дебаты на своих сайтах, некоторые издатели подумывали о том, что можно собирать плату не с читателей, а с публикующихся авторов. Никаких революционных изменений в итоге не произошло, хотя некоторые научные журналы все-таки стали вывешивать статьи в открытый доступ.

Однако в результате всей заварушки PLoS получил грант, на который создал научный электронный ресурс ([www.publiclibraryofscience.org](http://www.publiclibraryofscience.org)), издающий к этому моменту два научных виртуальных журнала: «Биология» (с 2003 года) и «Медицина» (с 2004 года). Статьи, опубликованные в этих журналах (сейчас их около 200), доступны бесплатно всем желающим. Деньги берут с ученых, которые присылают научную статью и хотят ее опубликовать. Причем деньги немалые — 1500 долларов. Статьи проходят обязательное рецензирование, как пишут, «самыми квалифицированными и уважаемыми учеными в соответствующих областях». Если у автора нет денег, а рецензент дал добро, журнал может отсрочить платеж, отменить его или попросить лишь часть суммы. Публикация в таком электронном издании признается как совершенно полноценная (для цитирования), а журнал «Биология» к лету надеется получить довольно высокий импакт-фактор. В ближайший год сетевая публичная библиотека планирует начать выпуск еще пяти научных журналов по биологии, генетике и медицине.

Американское химическое общество начинает расширять доступ к научным статьям, публикуемым в его 33 научных журналах. Часть статей (работы, выполненные по грантам Национального института здоровья) через 12 месяцев после их выхода в печать будут отправлять на открытый интернет-портал «Национальная медицинская библиотека» (PubMed Central). Кроме того, через год после публикации станут доступны полные тексты всех статей через веб-линки, управляемые авторами. Эта дополнительная опция более демократична, чем существующая, по которой в течение первого года после выхода статьи можно скачать всего 50 ее копий (09.03.2005, Newswise).

Институт Бельштейна объявил о начале выхода в 2005 году нового бесплатного электронного журнала по органической химии. Этот журнал институт будет издавать совместно с BioMed Central (электронное издание с всеобщим открытым доступом). Сейчас BioMed Central издает уже около 130 журналов — их можно свободно прочитать в интернете. В этот портал с отлаженной системой и встроится новый журнал по органической химии.

Новый журнал Бельштейна будет публиковать оригинальные исследования из всех областей органической химии и смежных дисциплин. Такая форма даст возможность химикам сразу знакомиться с работами коллег. Несмотря на то что издание будет в бесплатном он-лайн доступе, годовой архив придется покупать. Институт Бельштейна возьмет на себя издательские расходы, поэтому авторам статей также не надо будет платить за публикацию (11.03.2005, AlphaGalileo).

# Новое в теории появления ЖИЗНИ



1  
Зарождение жизни в потоках энергии и химических веществ по Опарину—Холдейну

## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Вообще говоря, проблема зарождения жизни некорректна с точки зрения нормальной науки. Действительно, речь здесь может идти лишь о создании более или менее правдоподобной и аргументированной гипотезы либо теории. Проверить же эту гипотезу экспериментально, как того требует серьезная наука, по понятным причинам никто и никогда не сможет... Тем не менее такие гипотезы и теории существуют, о них спорят и пишут. В последние годы — даже российские химики, которым еще недавно было совсем не до того. В частности, об этой проблеме задумались химики из новосибирского Академгородка.

Все теории зарождения жизни можно разделить на две группы: одни постулируют зарождение жизни на Земле, другие — вне Земли. Причем последние появились именно потому, что ни одна из теорий земного происхождения жизни так и не объяснила, как появились первые молекулы РНК и ДНК, без которых современные формы жизни просто немыслимы. Самая известная и хорошо аргументированная гипотеза А.И.Опарина и Дж.Холдейна утверждает, что жизнь возникла в океанах, где перед этим сформировался насыщенный пребиотический бульон из различных органических соединений (рис. 1). Потом из этих соединений под действием вулканов, молний, УФ-излучения Солнца и прочих факторов начали образовываться первые биополимеры, затем фрагменты протоклеток и так далее. В 50-е годы прошлого века С.Миллер пытался подтвердить опытами, что из смеси простых газов в разряде молний могут синтезироваться сложные органические

молекулы. Тем не менее ни эти, ни другие теории не объясняют, как в пребиотическом бульоне образовались первые молекулы нуклеотидов, то есть мономеры РНК и ДНК. Случайно они получиться не могли — для этого не хватило бы всех пяти миллиардов лет существования Земли, нуклеотиды слишком сложные молекулы. Теория внеземного происхождения жизни, конечно, временно позволяет расслабиться — ну занесли из космоса готовые молекулы РНК на метеоритах, и дело с концом. Но все-таки опять возникает недоговоренность — а в космосе-то первые молекулы РНК и ДНК откуда взялись?

По геологическим масштабам, жизнь на Земле возникла почти сразу после того, как появилась сама Земля. Ученые считают, что на это потребовалось не более 500–700 млн. лет из 4,6 млрд. лет существования Земли. В Институте катализа им. Г.К.Борескова СО РАН, расположенном в новосибирском Академгородке, начали проверять теорию, согласно которой образование первых молекул нуклеотидов, а следовательно, и происхождения жизни — явления далеко не случайные. И сейчас идет эксперимент, который уже дал очень интересные результаты (о них позднее). Причем почти одновременно физики из этого же института выдвинули и начали просчитывать новую гипотезу возникновения планет, опирающуюся отчасти на те же физико-химические принципы. И все потихоньку состыковалось и выстроилось в правдоподобную и стройную систему. Конечно, пока еще со множеством нерешенных вопросов.

## В космосе

Итак, образование планет Солнечной системы и возникновение жизни на Земле произошли практически в один момент во временных масштабах Вселенной. Поэтому, если бы удалось решить проблему планетообразования, это могло бы стать исходной точкой и для решения проблемы зарождения жизни. Ведь научные вопросы часто ре-

шаются комплексно. Но как получить данные о происшедшем событии, если известен лишь конечный результат? Этим занимаются сейчас физики Института катализа и нескольких других институтов СО РАН. Основной инструмент их работы — методы, разработанные для моделирования в лабораторных условиях ядерного взрыва. То есть физики вместе с математиками собирают достаточно надежные данные о

каждом процессе, влияющем на картину взрыва, а потом моделируют его на компьютере. Чем мощнее компьютер, чем больше он учитывает процессов и параметров, тем более реальной получается картина. Проверить работу компьютера можно, сопоставив расчеты с наблюдением природных явлений — например, вспышек на Солнце. Естественно, на каждом этапе моделирования надо строго соблюдать все без

исключения фундаментальные физические законы, в частности законы сохранения энергии, импульса и т. д.

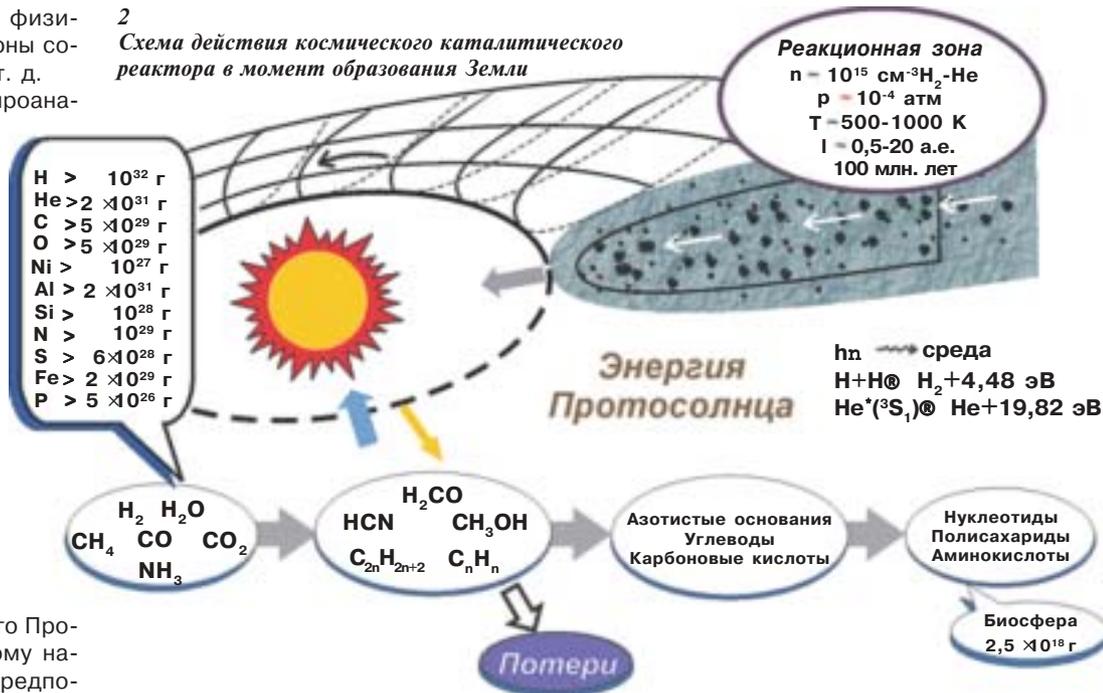
Сначала сибирские ученые проанализировали наиболее популярные существующие теории образования планет — и остались неудовлетворены. Появилось новое предположение: формирование планет происходило в тех же условиях, в которых каталитические химические реакции органического синтеза. И следующий шаг: именно каталитические реакции привели к возникновению жизни на Земле, а затем — к естественному отбору.

Мы уже давно свыклись с представлением о том, что планеты Солнечной системы зародились из первичного газопылевого облака, окружавшего Протосолнца около 5 млрд. лет тому назад. При этом многие ученые предполагали, что планеты Солнечной системы сформировались при столкновении твердых тел. Тем не менее, согласно В.С.Сафронову, если тело величиной порядка тысячи километров столкнется с телом меньшего размера, осколки притянутся к крупному, а вот средние тела (несколько сот километров в диаметре) не могут ни укрупниться, ни поглотиться. Они просто разрушаются при ударе. Что же заставило систему самоорганизоваться и привело к образованию планет земной группы?

Таким механизмом должно быть развитие коллективной неустойчивости, одновременное объединение многих малых тел. Не будем рассматривать в этой статье физическую и математическую часть модели (см.: В.Н.Снытников, В.Н.Пармон. «Жизнь создает планеты?». «Наука из первых рук», январь 2004). Скажем только, что модель предполагает формирование солитонов (одиночных волн плотности материи) в околозвездном диске. А мы займемся чистой химией.

Огромное газопылевое облако, вращающееся вокруг Протосолнца, было не просто облаком, а огромным каталитическим реактором, в котором вовсю шли химические реакции и синтезировались разнообразные органические соединения. Почему каталитическим? А потому, что в этом реакторе находились мириады частиц допланетной пыли, содержавшей железо, никель и кремний, — именно они составляли, как полагают, основу первичного газопылевого облака. Там же в избытке находились и газообразные реагенты (основные компоненты межзвездного и межпланетного газа) — водород, угарный газ и т. д. В газо-

2  
Схема действия космического каталитического реактора в момент образования Земли



пылевом облаке такого состава просто не могли не образовываться органические соединения! Более того, как выяснилось при численном моделировании образования планет, о котором шла речь выше, реакции образования таких соединений на катализаторах допланетной пыли были не просто важными, они могли играть решающую роль! Действительно, для слипания твердых частиц «чистой» космической пыли при интенсивном ударе нужен «клей», а образующиеся органические молекулы, закрепляясь на поверхности твердых частиц, образовали необходимый липкий поверхностный слой. Именно он способствовал быстрому соединению пылинок, из которых формировались более крупные частицы, а затем и планетозимали (промежуточные образования) и далее протопланеты. Так, по-видимому, образовались и Земля, и все остальные планеты, астероиды и кометы, которые вращаются сейчас вокруг Солнца.

Надо отметить, что описанная система хорошо знакома специалистам — по классификации химиков-катализаторов глобальный космический реактор относится к разряду реакторов «с псевдоожженным слоем катализатора». Давление и температура газообразных реагентов в зоне формирования планет были типичными для хорошо известных химических процессов. Другие важные характеристики глобального космического реактора также близки душе технолога — состав катализаторов, реакционной среды и т. п. Из водорода и угарного газа на железо- и никельсодержащих пылинках были обязаны синтезироваться углеводороды и кислородсодержащая органика — например, про-

стые спирты и альдегиды. Все как в промышленности.

Понятно, что каталитическая активность космического материала — ключевой момент в уточнении теории образования планет. Недавно в Институте катализа мы экспериментально проверили, что вещество реальных метеоритов в самом деле катализует эти реакции. Каменные и железо-каменные метеориты, которые мы использовали в эксперименте, по своему составу приближаются к веществам, распространенным в космосе. За 4,6 млрд. лет своего существования они спеклись и имеют обычную пористую поверхность, но когда-то, в молекулярных облаках и околозвездном диске, межзвездная пыль состояла из частиц нанометрового размера. Поэтому мы испаряли метеориты при помощи лазера и получали порошки с размером частиц 3–4 нм (это примерно соответствует размеру активного компонента в промышленных катализаторах). Затем смотрели, получается ли что-нибудь из смеси угарного газа, водорода и гелия в присутствии метеоритной пыли при атмосферном давлении и температуре до 500°C. В наших экспериментах с достаточно высокими выходами синтезировались этилен и другие углеводороды.

Все это означает, что наши планеты сформировались там, где были условия для каталитического синтеза органических соединений, и что первичные органические соединения, из которых потом могла появиться жизнь, образовались уже на допланетной стадии эволюции Солнечной системы (рис. 2). Интересно, что значительная часть первичного «допланетного» органичес-

кого вещества могла захватываться при формировании планет (хотя основная масса такого вещества конечно же разрушается и развевается в космосе) и стать впоследствии одним из компонентов ископаемого органического сырья, которым мы сейчас пользуемся. Так это или не так — покажут дальнейшие исследования.

Еще один очень важный вопрос: насколько жестко predetermined образование планет? Оказалось, что самоорганизация вещества по нашей модели идет в одном направлении и поэтому predetermined. Но место появления уединенной волны повышенной плотности вещества, а следом и формирование планеты на данном расстоянии от Солнца — для нашей модели величины случайные. Правда, из общих соображений следует, что если волна плотности окажется на орбите Венеры, то все летучие вещества (вода, водород, органические соединения) там испарятся: планета появится, а жизнь на ней нет. На орбите Марса слишком холодно. Равно как и на орбите Сатурна — недавно выяснилось, что поверхность Титана (спутника Сатурна) состоит в основном из сжиженных легких углеводородов. Планета, на которой живем мы, попала в самую точку. Здесь есть вода, легкие газы и т. п.

Вероятность появления планет на различных расстояниях от Солнца, возможно, определится после дальнейших расчетов, в которых используют дополнительные физико-химические факторы, влияющие на поведение газопылевого облака. Может быть, тогда станет понятно, где проходит граница жизни — до марсианской орбиты или за ней. И это знание сбережет массу средств и сил.

## На Земле

Сразу же после того, как сформировались планеты и на их поверхность попало первое «допланетное» органическое вещество (и даже если не попало), на Земле начались те самые физико-химические процессы, которые породили жизнь. Для научной корректности, а также для того, чтобы можно было подсказать геологам, где искать следы первичной протожизни, сформулируем задачу — договоримся, что именно мы понимаем под феноменом «жизнь» и что могло быть ее первым проявлением.

Сегодня ученые считают, что нечто, называемое жизнью, должно отвечать нескольким условиям. Жизнь — это обязательно процесс, то есть функционирование за счет обмена веществом и энергией с окружающей средой. Живые объекты способны к размно-

жению и воспроизведению себе подобных. Наконец, все живые объекты способны к прогрессивной эволюции в сообществе таких же объектов благодаря наличию у них биологической памяти, способной запоминать признаки, благоприобретенные в ходе естественного отбора по Ч. Дарвину.

Причем должна выполняться вся совокупность условий — любое из них в отдельности не делает объект живым. Таким образом, несмотря на то, что все процессы в живых организмах — химические, однако взятая отдельно химическая реакция не является жизнью, так же как и «воспроизведение» себе подобных. Например, рост кристаллов есть не что иное, как саморепликация подобных соединений и структур. Но это не жизнь. Простой обмен со средой веществом и энергией тоже не есть жизнь. К примеру, основной объект исследования Института катализа — каталитические химические процессы, в основе которых лежит именно обмен веществом объема с поверхностью катализатора. Но ведь и химический катализ — это тоже не жизнь.

Только тогда, когда появляется биологическая память, дающая возможность накапливать наследственную информацию и передавать ее дальше, можно говорить о жизни. Биологическая память — это основа для естественного отбора, в ходе которого организмы усложняются, адаптируются к окружающей среде и эволюционируют. Во всех живых организмах основой биологической памяти служат молекулы РНК и ДНК.

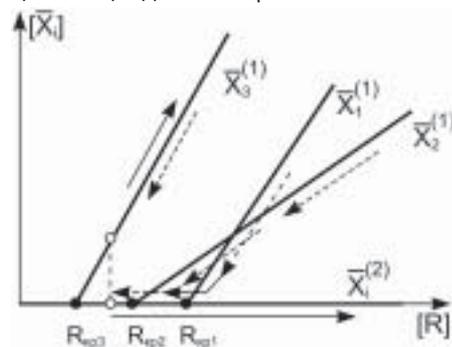
Мы задали себе вопрос: «А возможно ли, что существовали более простые предшественники РНК и ДНК, обладавшие тем не менее свойствами, сходными с молекулярной памятью?» На самом деле очень близки к биологическим автокаталитические системы. Это системы, в которых химическая реакция ускоряется собственными конечными продуктами реакции или предшественниками этих продуктов. Иными словами, в автокаталитических реакциях, как и в сообществе живых организмов, происходит размножение, то есть саморепликация молекул. Простейшая автокаталитическая реакция может быть записана, как  $R + X \rightleftharpoons 2 \cdot X$ . После реакции молекулы автокатализатора  $X$  с «молекулой пищи»  $R$  получают две молекулы автокатализатора. При достаточном количестве пищи в системе такое удвоение приводит к лавинообразному росту количества автокатализатора в системе.

А теперь посмотрим, как будет вести себя такая автокаталитическая реакция в открытой системе, где есть



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

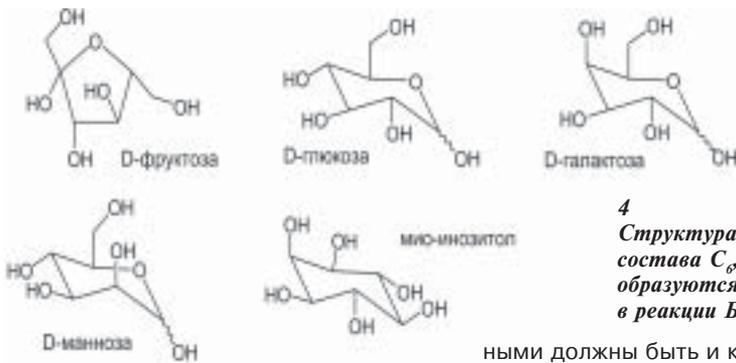
обмен веществом с окружающей средой, но количество «пищи» ограничено. Расчеты показывают, что существуют два стационарных состояния такой системы. В первом (неустойчивом) количестве автокатализатора точно равно нулю. Это понятно: для того чтобы его концентрация росла, необходима исходная затравка в виде хотя бы одной предшествующей молекулы автокатализатора. Во втором стационарном состоянии концентрация автокатализатора линейно увеличивается с увеличением количества пищи. Но при этом концентрация пищи должна превышать некий



3  
**«Естественный» отбор автокатализаторов  $X_i$  при уменьшении и последующем увеличении концентрации «пищи»  $R$ . Выживает только автокатализатор  $X_3$ , у которого  $R_{cp3}$  оказалась меньше, чем минимальный необходимый уровень пищи (светлая точка)**

минимальный уровень, зависящий от свойств конкретного автокатализатора. Если этого не происходит, то количество автокатализатора также станет равным нулю. Таким образом, для автокаталитических реакций существует критический предел, при котором еда еще есть, а автокатализатор уже исчез, то есть вымер (рис. 3). Причем полностью, до единой молекулы.

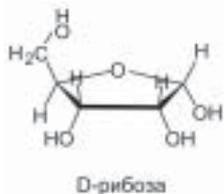
Теперь представим, что структура или состав молекулы автокатализатора могут как-то меняться. (Не будем пока называть это мутацией.) Изменение структуры и состава молекулы приводит к изменению ее свойств. Поэтому для каждой измененной молекулы будет своя критическая концен-



4

**Структура моносахаров состава C<sub>6</sub>, которые образуются в реакции Бутлерова**

5  
**Моносахарид рибоза — основа РНК и ДНК, а также АТФ.**



трация пищи. Если концентрация пищи будет уменьшаться до значений ниже критических, то сначала исчезнут те автокатализаторы, для которых эти критические значения количества пищи были максимальны. Если количество пищи снова увеличится, то исчезнувшие типы автокатализаторов не восстановятся уже никогда, потому что исчезли их затравки. Чем это не естественный отбор, аналогичный отбору в биологических популяциях?

Читатель сразу спросит: «А что, уже известны такие автокаталитические реакции с мутациями автокатализатора и с элементами «естественного отбора»?». Известна по крайней мере одна, и довольно хорошо — это так называемая «формозная» реакция Бутлерова, которая была открыта в России почти 150 лет тому назад. Синтез сахаров из молекул формальдегида

$n \cdot \text{CH}_2\text{O} \rightleftharpoons (\text{CH}_2\text{O})_n$

протекает в присутствии ионов кальция или магния при комнатной температуре в водных растворах. Автокатализаторами в реакции Бутлерова служат синтезируемые в ней же сахара. Интересно, что эту реакцию активно исследовали в 70-х годах прошлого века, поскольку хотели с ее помощью получать искусственную пищу во время длительных полетов на Марс. Но безуспешно: направить реакцию Бутлерова на синтез сахаров какой-либо заранее заданной структуры так и не вышло. Всегда получался целый набор продуктов, который включал не только полезные, но и ядовитые сахара. Проблему бросили, так и не решив.

Между тем большой набор сахаров (рис. 4) — это не что иное, как прототип мутаций. Изображенные на рисунке сахара одинаковы по атомному составу, но при этом совершенно различны по свойствам. А раз так, то раз-

ными должны быть и критические концентрации формальдегида, при которых можно ожидать вымирания сахаров-автокатализаторов при понижении концентрации формальдегида.

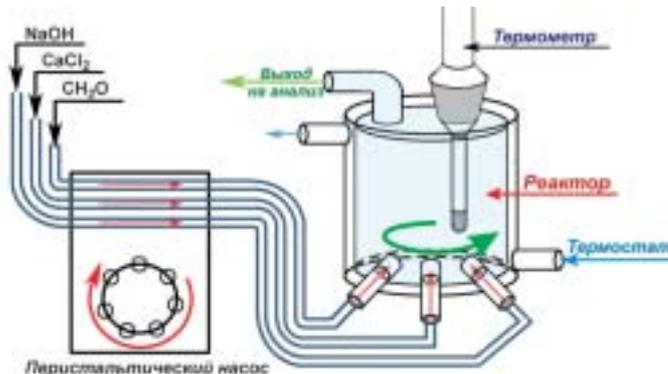
Теперь вспомним, что полные химические названия РНК и ДНК — рибонуклеиновая кислота и дезоксирибонуклеиновая кислота, и корень обоих названий происходит от слова «рибоза». Рибоза — это сахар с пятью атомами углерода, который лежит в основе нуклеотидов, формирующих РНК и ДНК (рис. 5). Нуклеотиды РНК и ДНК отличаются от просто сахаров дополнительными фосфатными группами и азотсодержащими органическими соединениями. Отличие нуклеотидов РНК от нуклеотидов ДНК еще меньше — немного различаются азотистые основания, да в сахарном остатке ДНК не хватает одной гидроксигруппы. Причем если уже есть молекула сахара, то фосфорные и азотные соединения, необходимые для построения нуклеотидов, присоединяются к ней сами без серьезных проблем. Надо отметить, что и другой важный химический компонент живых организмов — переносчик энергии АТФ (аденозинтрифосфат) — тоже содержит моносахарид рибозы. То есть сахара — основа всего живого. И именно молекулы на основе сахаров, а не аминокислот (и следовательно, не белки) ответственны за биологическую память, то есть за отличие живого от неживого.

Для того чтобы экспериментально подтвердить наши предположения, несколько лет назад мы возобновили исследования реакции Бутлерова в Институте катализа. Прежде всего надо было выяснить, какие же типы сахаров — наиболее активные автока-

тализаторы в этой реакции. Это могло бы подсказать и ответ на вопрос, действительно ли возможен естественный отбор в реакции Бутлерова. Следующий принципиальный вопрос — какую роль в реакции играют ионы кальция или магния и каков механизм их каталитического действия.

Реакцию мы исследуем в довольно простых «проточных» устройствах, которые тем не менее способны моделировать открытые системы с обменом веществ (рис. 6). В стеклянный реактор с хорошо перемешиваемым содержимым подают исходные компоненты, а раствор с продуктами реакции непрерывно вытекает из реактора. Самое важное и сложное — химический анализ того, что получается из формальдегида.

Уже первые исследования показали, что далеко не все типы сахаров одинаковы. Кетозы, то есть те из сахаров, в молекулах которых один из атомов кислорода находится в строго определенном месте, — активнее, чем альдозы. А самые активные — маленькие сахара с двумя и тремя атомами углерода: гликолевый и глицериновый альдегиды, а также дигидроксиацетон. При этом оказалось, что состав сахаров, которые получаются при стационарном протекании реакции, не зависит от природы вводимого в небольших количествах сахара — затравки. В качестве затравки мы использовали самые разные сахара, но химический анализ на очень чувствительных хроматографах каждый раз показывал, что состав продуктов абсолютно одинаков. Мы обнаружили в продуктах более 14 различных сахаров, но только три из них — глюкоза, сорбоза и эритроза — широко известны. Четыре продукта неизвестны до сих пор, и это вопрос, на который предстоит ответить в ближайшее время. Ответ на него может оказаться очень важным, поскольку биохимики считают, что для образования первичных нуклеотидов не нужна была именно рибоза, все могло начаться и с других ее аналогов. Откуда взялись самые первые молекулы сахаров, которые запустили автокаталитическую реакцию, мы уже знаем. Согласно нашим экспериментам, упомя-



6

**Схема эксперимента по исследованию реакции Бутлерова в стационарных условиях**

нутые выше простейшие сахара можно получить и без реакции Бутлерова, просто облучив водные растворы формальдегида УФ-светом.

С исходной пищей — формальдегидом тоже все довольно просто. В первичной атмосфере Земли, практически не содержащей кислорода, формальдегид, несомненно, присутствовал, причем в больших количествах, поскольку возможны несколько путей его образования. Например, он мог получаться в древней атмосфере Земли при мощных разрядах молний или на раскаленных каталитически активных лавах. Хорошо известно, что в этой атмосфере присутствовали водород, оксид углерода, метан, водяной пар, углекислый газ, аммиак. В таких условиях для образования формальдегида достаточно горячей, содержащей железо поверхности.

За эти годы прояснилось, почему для синтеза сахаров нужны именно ионы кальция или магния. Оказалось, что все участники реакции образуют промежуточные соединения — сначала получается комплекс ионов кальция или магния с одной молекулой сахара, а потом к нему присоединяется молекула формальдегида. Возможно образование комплексов с несколькими молекулами сахара. В самые последние месяцы вообще обнаружилась фантастическая вещь. Если вместо катионов кальция взять его соль с фосфат-анионами (обычный природный апатит), то в реакции формальдегида с простейшими сахарами (которые, как было доказано, могли образоваться под действием света) почти селективно (!) получается... долгожданная рибоза! Вот так! Природа, вероятно, очень ловко обошлась малыми средствами. Замечу, что в апатите есть и фосфатные группы, так необходимые для создания нуклеотидов. Входят фосфаты или нет в синтезируемые сахара — покажет будущее.

Нельзя исключить, что реакция Бутлерова — не единственная автокаталитическая реакция, положившая начало естественному отбору и «жизни». Однако другие такие реакции пока не известны — надо искать.

Из всего сказанного можно сделать следующие выводы. Во-первых, в отличие от общепринятого мнения, естественный отбор на Земле мог начаться не с РНК и ДНК, а с гораздо более простых соединений. Во-вторых — и в этом важное отличие нашей теории, пребиотический бульон обязательно должен быть густым, насыщенным разными органическими соединениями (что очень трудно предположить), а, наоборот, мог быть, весьма разбавленным — только тогда начиналась конкуренция молекул автокатализато-

ров за пищу. Я полагаю, что это намного естественнее и правдоподобнее. Более того, первичный синтез сахаров в разбавленном пребиотическом бульоне по целому ряду термодинамических обстоятельств предпочтительнее, чем первичный синтез белков из аминокислот, который обычно обсуждают как первичный элемент зарождения жизни. Ведь при синтезе сахаров из молекул формальдегида не отщепляются молекулы воды, как это происходит при синтезе белков из простых аминокислот. Это значит, что сахара, в отличие от белков, стабильны даже в очень разбавленных водных растворах. Белки же в разбавленных растворах опять распадаются (гидролизуются) на аминокислоты.

Теперь вернемся к мутациям (все-таки воспользуемся этим биологическим термином, поскольку трудно подобрать более адекватное слово) сахаров-автокатализаторов и к тому, как закрепляются эти мутации в нашей системе. Полезные мутации в живых организмах крайне редки, и еще реже вероятности их фиксации. Поэтому естественный отбор в живой природе идет очень медленно. В тех условиях, в которых сейчас мы изучаем реакцию Бутлерова, и полезные, и вредные мутации происходят за очень короткие промежутки времени. По-видимому, это считанные минуты, а более точно покажут исследования. В любом случае это совершенно другой масштаб времени и совершенно другая скорость первичного химического отбора, чем предполагалось ранее. Это означает, что первые прототипы живых объектов действительно могли появиться буквально за считанные миллионы, а может быть, даже сотни тысяч лет. Миллиарды лет были для этого не нужны, о чем свидетельствует и геология.

Более того, гипотеза о важной роли автокаталитического синтеза сахаров может пролить свет и на появление хиральности в живом мире. Хорошо известно, что существуют «правые» и «левые» изомеры сахаров и в живых организмах почему-то представлены только правые (а вот аминокислоты, напротив, только левые). Если исходить из нашей гипотезы, то получается, что присутствие в живых организмах именно правых изомеров — случайность. Молекулы практически всех сахаров обладают свойством хиральности, поэтому первая же молекула сахара-автокатализатора, которая имела существенные «эволюционные» преимущества над другими, очень быстро могла съесть остальные. После этого природе уже ничего не оставалось, кроме как использовать эту случайную правую молекулу для построения более сложных, а затем и живых организмов.



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Наконец, опираясь на сказанное выше, можно дать более широкое физико-химическое определение понятию «жизнь». Это не формализм. Ведь важно, чтобы мы в поисках примитивной жизни в космосе не прошли мимо того, что следует воспринимать как жизнь или ее первичные проявления. По нашему мнению, жизнь — это фазово-обособленная форма существования функционирующих автокатализаторов, способных к химическим мутациям и претерпевших достаточно длительную эволюцию за счет естественного отбора.

Мы пока не затрагивали вопрос о том, откуда берутся фазово-обособленные формы. Можно надеяться, что исследование реакции Бутлерова и других автокаталитических реакций поможет ответить и на этот вопрос. Однако уже сейчас известно, что такие системы существуют — например, реакции каталитического синтеза полимеров (полипропилена или полиэтилена). Полимер формируется сразу в виде отдельной фазы — микрогранулы или глобулы, внутри которой работает катализатор, наращивающий продукты вокруг себя.

Из всего этого следует еще один заранее неочевидный, но очень важный вывод: если все происходило именно так, как мы говорили выше, то появление жизни на основе именно РНК и ДНК предопределено. То есть других форм жизни появиться не могло. И значит, РНК и ДНК образуются на любой планете, геологическая история которой сходна с историей Земли.

*Автор благодарит всех, кто принимает участие в этой работе: сотрудников Института катализа СО РАН, специалистов Института биофизики, физических и математических институтов Сибирского отделения РАН и особенно дипломников, а теперь уже аспирантов Новосибирского государственного университета, которые проводят многие химические эксперименты для подтверждения обсуждаемой гипотезы.*



# Молекулярная ЭВМ: старая сказка или неизбежное будущее?

Доктор химических наук  
**Н.Г.Рамбиди**

*В 2000 году Рабочая группа по науке, инженерному делу и технологии Национального совета по науке и технологии США опубликовала документ под названием: «Национальная нанотехнологическая инициатива — путь к следующей промышленной революции». Этот доклад готовили ведущие государственные учреждения: Министерство энергетики, Министерство обороны, Министерство транспорта, НАСА и Национальный научный фонд, а, представляя его конгрессу, президент Клинтон сказал: «Предлагаемый бюджет стоимостью 500 млн. долларов поддерживает большую часть новой Национальной нанотехнологической инициативы. Мы станем манипулировать веществом на атомном и молекулярном уровне. Представьте себе: материал в десять раз прочнее стали, а весит во много раз меньше, вся информация библиотеки Конгресса США в объеме кубика сахара, диагностика раковых опухолей на стадии, когда они состоят лишь из нескольких клеток. Некоторые из этих исследований потребуют двадцати и более лет, но федеральное правительство считает, что они очень важны».*

*В приложении к документу были перечислены наиболее значимые уже выполненные нанотехнологические исследования. И среди них — совместная работа компании «Хьюлетт-Паккард», Калифорнийского технологического института и Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе: действующий макет оперативной памяти для ЭВМ. Информацию в нем хранили отдельные молекулы. Это были молекулы одного из соединений, называемых ротаксанами. Зачем человек учится работать с отдельными молекулами?*

## Что последует за сверхбольшими?

Сегодня нас окружают мини- и микро-вычислительные устройства — компьютеры. Не говоря уже о тех, с которыми приходится сталкиваться при покупке авиа- или железнодорожных билетов, на почте, в сберкассе. Вдобавок каждый из нас ежедневно имеет дело со стиральной или посудомоечной машиной, СВЧ или электрической духовкой и другими, теперь уже обыденными домашними устройствами, оснащенными компьютерами.

Их возможности быстро растут, и уже сегодня можно столкнуться с тем, что вчера казалось фантастикой. Компания «Сони» выпустила в продажу электронных псов, которые узнают хозяина в лицо и по голосу, понимают сотню команд. При разрядке аккумуляторов пес самостоятельно находит устройство подзарядки и подключается к нему. Он может сторожить дом, отсылать хозяину фотографии непрощенных гостей. И стоимость такого пса (1900 долл.) немалого превышает цену живого щенка редкой породы.

Возможности «собачки» определяют вычислительной мощностью ее компьютера: чем больше мощность систе-

Мы продолжаем тему, начатую публикацией в № 2 за 2004 год (с.13).

мы управления, тем более сложное поведение может проявлять объект. Но для того, чтобы пользоваться на практике, такая система должна быть достаточно дешевой и простой в обслуживании. Эти естественные требования заставляют искать новый подход к созданию вычислительных устройств.

Развитие вычислительной техники шло быстрыми темпами во второй половине прошлого века. Началось оно в сороковых годах с ЭВМ, построенных на электронных лампах. Изобретение в 1948 году Бардиным, Браттейном и Шокли транзистора повлекло за собой резкое уменьшение размеров электронных схем. Это позволило создавать в разумном объеме все более и более сложные электронные устройства, способные решать все более трудные задачи. И наконец, переход к планарной полупроводниковой технологии завершил создание современной промышленной базы производства компьютеров. Планарная технология оказалась наиболее эффективной для одновременного формирования десятков, а потом и сотен миниатюрных устройств — интегральных схем памяти или процессоров.

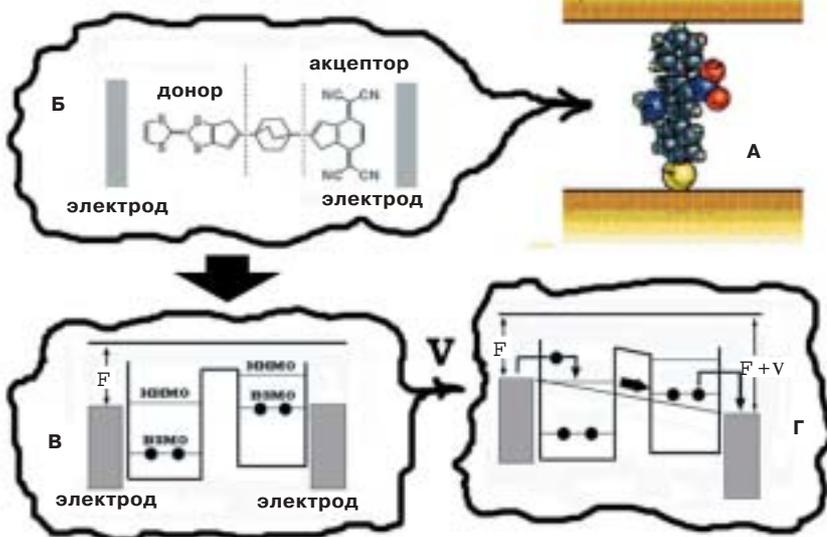
На кремниевую пластину напыляют или осаждают тонкий слой материала, необходимого для формирования элемента электронной схемы. На него наносится слой фоточувствительного по-

лимера — фоторезиста, который затем экспонируется световым излучением через маску — фотошаблон. Засвеченные (или, наоборот, незасвеченные, в зависимости от типа резиста) участки слоя удаляют химическими средствами, и на поверхности возникают не защищенные полимером области. В этих областях материал можно удалять, вводить в него из газовой фазы легирующие добавки и менять его свойства или же наносить какое-либо другое вещество, например проводники, соединяющие элементы. Повторяя эти процессы необходимое число раз, на поверхности кремниевой пластины формируют электронные схемы, каждая из которых представляет собой набор деталей, соединенных друг с другом проводниками.

В 1965 году Гордон Мур, один из руководителей крупной корпорации, производящей электронное оборудование, сформулировал эмпирическую закономерность, позже названную законом Мура: «Число элементов на чипе удваивается каждые два года». Все последующие годы эта закономерность, отражающая требования технологического прогресса, выдерживалась и остается неизменной до сих пор. Развитие микроэлектронной технологии приводило к уменьшению размеров элементов и увеличивало их числа на чипе. За счет этого возрастала вычислительная мощность электронных схем. Но сегодня экстраполяция закона Мура даже на сравнительно недалекое будущее приводит к противоречию с реальными возможностями полупроводниковой планарной технологии, которые зависят от принципиальных физических ограничений. Поэтому начались поиски других возможностей для создания электронных схем. Одна из таких возможностей — молекулярные переключающиеся элементы.

## Молекула проводит ток

Идея хранения и обработки информации на молекулярном уровне серьезно обсуждается начиная с середины прошлого века. В феврале 1943 года Шредингер прочел в Тринити-колледж в Дублине лекцию «Что такое жизнь с точки зрения физики», которая позже была издана как книга. В ней была предложена идея «аперидического кристал-



ла», хранителя генетической информации в живом организме, предвосхитившая, в сущности, идею ДНК. Позже, в декабре 1959 года, Ричард Фейнман, физик с острым и нестандартным мышлением, выступил на ежегодном заседании Американского физического общества с докладом «Еще много места в самом низу», в котором обосновал возможность хранения и обработки информации атомными и молекулярными системами. Первое конкретное предложение опубликовали в 1973 году Ари Авирам и Марк Ратнер в статье «Молекулярный выпрямитель».

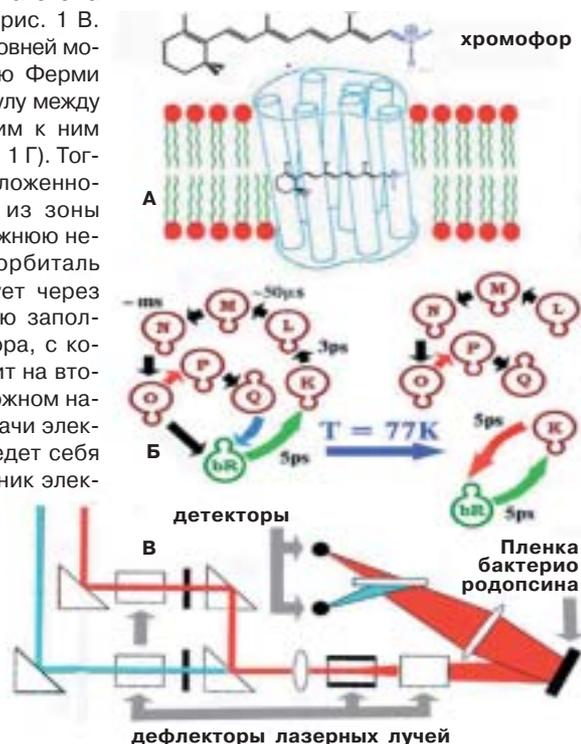
Они рассмотрели процесс прохождения электрона через молекулу (рис. 1 А), представляющую собой комбинацию фрагмента со свойствами донора электрона и фрагмента со свойствами акцептора, соединенных молекулярной группировкой, через которую могут туннелировать электроны. Структура молекулы, предложенной Авирамом и Ратнером, изображена на рис. 1 Б, а схема ее электронных уровней — на рис. 1 В. Здесь  $F$  — сдвиг электронных уровней молекулы по отношению к уровню Ферми электрода. Поместим эту молекулу между двумя электродами и приложим к ним электрический потенциал  $V$  (рис. 1 Г). Тогда при одном направлении приложенного поля электрон переходит из зоны проводимости электрода на нижнюю незаполненную молекулярную орбиталь (НМО) акцептора, туннелирует через барьер и попадает на верхнюю заполненную орбиталь (ВЗМО) донора, с которой электрон легко переходит на второй электрод. При противоположном направлении поля процесс передачи электрона затруднен и молекула ведет себя как однонаправленный проводник электронов.

Но такая молекула пропускает лишь отдельные электроны, поэтому позже Авирам предложил молекулярную систему, в которой и акцептор, и донор электронов были протяженными многоатомными

фрагментами и их электронные уровни, как в кристаллическом теле, сливались в энергетические зоны.

Эта работа вызвала появление массы предложений по использованию молекулярных систем в электронике. В большой степени этому способствовала активная деятельность Форреста Картера, сотрудника Военно-морской исследовательской лаборатории США и адепта молекулярной электроники. На протяжении 80-х годов прошлого века он предложил несколько различных по используемому физическим механизмам вариантов построения молекулярных электронных схем. В то же время, что немало важно, он был инициатором и организатором трех международных конференций, которые направили интересы многих ученых в область молекулярной электроники и привели к ее становлению как самостоятельной области исследования.

2



После начального периода эйфории, когда все предлагали новые и новые молекулы в качестве элементов электронных схем, не задумываясь о том, как это реализовать «в металле», в конце 80-х годов наступило некоторое отрезвление. Любая молекула представляет собой квантовый объект, процессы в котором имеют вероятностный характер. Она не может использоваться в качестве переключателя электрического сигнала, который должен однозначно реагировать на приложенный стимул. Поэтому молекулярная электроника пошла в 90-е годы по пути «химической» электроники, когда в качестве элемента электронной схемы используется не отдельная молекула, а совокупность многих молекул — микроскопический объем вещества.

## «Компьютер есть форма существования белковых тел»

Несколько интересных работ в этой области привели к созданию действующих макетов переключающихся логических систем и устройств памяти. По-видимому, наиболее важными среди них и наиболее близкими к практическому применению были различные варианты оперативной памяти для ЭВМ, разработанные Робертом Берджем на основе уникального белка бактериородопсина. Его молекулы образуют фотосинтетический центр галобактерий *Halobacterium halobium*. Поглощая квант света, он действует как протонный насос и способствует синтезу АТФ. Структура молекулы бактериородопсина детально определена. Она представляет собой циклическую комбинацию семи полипептидных спиралей, внутри которой находится светочувствительный элемент — хромофор (рис. 2 А). При поглощении света происходят структурные перестройки молекулы, которые и используются для хранения информации.

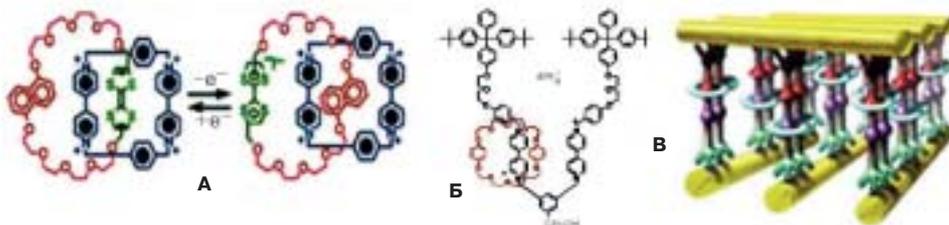
В то же время бактериородопсин обладает уникальной для белков стабильностью. Он способен в течение многих лет сохранять неизменными свои свойства и в виде сухого образца, и в полимерных пленках, от монослоя толщиной 5 нм до нескольких десятков микрон. Фундаментальное свойство молекулы бактериородопсина — фотохимический

цикл (рис. 2 Б): поглотив квант света, молекула проходит последовательность возбужденных состояний и затем самопроизвольно возвращается в исходную форму. При этом происходят изменения оптических характеристик белка — показателей поглощения и преломления. Таким образом, природный бактериородопсин при комнатной температуре ведет себя как фотохромная среда с малым временем хранения информации. Механизмы переходов между возбужденными состояниями молекулы различны и по-разному зависят от температуры. При температуре 77 К фотоцикл природного бактериородопсина разрывается, и молекула ведет себя как система с двумя устойчивыми состояниями, переходами между которыми инициируются светом в видимом диапазоне спектра — в области довольно широких полос поглощения с максимумами при 540 нм и 412 нм.

В начале 90-х годов Роберт Бердж, основываясь на этой особенности бактериородопсина, разработал криогенное оптическое оперативное запоминающее устройство для цифровых ЭВМ. В нем информация записывалась на пленку бактериородопсинсодержащего полимера и считывалась с нее лазерными лучами (рис. 2 В). Память емкостью 25 Мб с временем обращения 10–100 нсек функционировала при температуре 77 К. Одновременно с этим был разработан вариант кэш-памяти емкостью 25 Мб, работающий при температуре близкой к комнатной, в котором использовалось другое возбужденное состояние молекулы бактериородопсина.

На протяжении 90-х годов и в начале нашего века группа Берджа сделала голографическую ассоциативную память, которая позволяла считывать информацию, имея лишь ее часть (например, восстанавливать изображение по его фрагменту). Но основные усилия группы были направлены на разработку объемной оперативной памяти сверхвысокой емкости. В ней в качестве запоминающей среды используется кубик полимера, содержащего молекулы бактериородопсина, во всем объеме которого записывается и считывается информация лазерными лучами. Оценки показывают, что в объеме три кубических сантиметра могут храниться сотни гигабайт информации. Однако создание такой системы представляет собой сложнейшую научную и техническую задачу, и поэтому до настоящего времени основные решения отрабатываются на действующих макетах с емкостью памяти 1–2 Кб. Важную роль в этих исследованиях играет синтез бактериородопсина, оптимального для хранения информации. Модификации бактериородопсина, наиболее подходящего для этих целей, сейчас получают весьма активно как химическими, так и генетическими методами.

3



Разработка устройств на основе бактериородопсина и некоторые другие исследования 90-х годов приблизили промышленное использование молекулярных сред в вычислительной технике. Но настоящий прорыв произошел на другом участке фронта.

### Молекулы без связей

Молекулы без химических связей — это катенаны и ротаксаны (рис. 3 А, Б). У них есть фрагменты, которые не связаны друг с другом химически и могут перемещаться один относительно другого. Эти молекулы оказались перспективными молекулярными переключателями. И одна из них — молекула ротаксана, показанная на рис. 3 Б, — в 1999 году привлекла внимание группы, в которую входили сотрудники компании «Хьюлетт-Паккард», Калифорнийского технологического института и Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе. Так было создано сверхминиатюрное оперативное запоминающее устройство, упомянутое в начале статьи.

Успех этой работы обусловлен прежде всего удачным выбором молекулы, которая имеет два устойчивых состояния и может переключаться из одного в другое электрическим сигналом. Кроме того, в устройстве были использованы так называемая «перекрестная» (crossbar) архитектура, упрощающая изготовление, и принцип построения «снизу — вверх», отличный от традиционной планарной технологии.

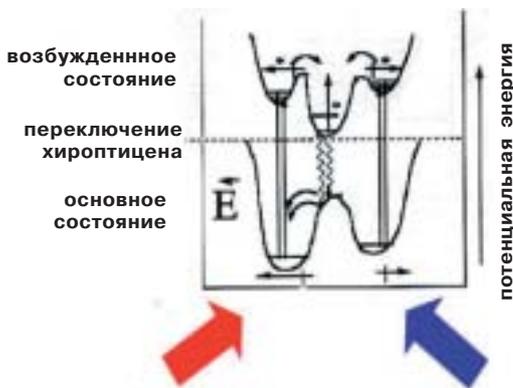
В традиционной технологии этапы создания чипа — это нанесение на всю поверхность заготовки тонкого слоя материала (фоторезист, металл межсоединений и т. д.) с последующим формированием на нем заданного рисунка, удалением ненужных участков слоя. В новой технологии исходная операция — создание на поверхности твердого носителя системы параллельных электродов (протяженных металлических нитей, рис. 3 В). Толщина их в микроминиатюрном устройстве должна быть предельно мала, до 10 нм. Эти линии вырезали в полимерной пленке, нанесенной на основу схемы, шаблоном. Для этого параллельные протяженные выступы на рабочей поверхности шаблона, воспроизводящие систе-

му создаваемых электродов, продавливали через полимерную пленку до поверхности чипа. На пленку после этого напыляли металл, который затем удаляли из промежутков между электродами вместе с остатками пленки. Метод «снизу — вверх» начинается с создания шаблона, который невозможно изготовить с помощью оптической и даже рентгеновской литографии из-за малых размеров деталей. Поэтому рисунок шаблона гравировали на его поверхности электронным лучом. Этот процесс, который называют электронной литографией, невозможно применить в традиционной планарной технологии из-за его дороговизны и крайне низкой производительности. Но, изготовив этим методом шаблон, можно использовать его много раз. После формирования системы электродов на заготовке создавался монослой ориентированных молекул ротаксана. Далее на получившуюся заготовку накладывали вторую систему электродов, перпендикулярных исходным. Между пересечениями электродов находятся от нескольких до нескольких десятков молекул ротаксана, которые и используются как переключающиеся элементы (рис. 3 В). При этом нет необходимости удалять молекулы ротаксана с участков схемы, не покрываемых электродами, поскольку они не влияют на соседние молекулы.

В результате был получен действующий макет чипа оперативной памяти с плотностью  $7 \cdot 10^9$  бит/см<sup>2</sup>, который образован блоками по 64 бита, причем в каждом блоке плотность элементов составляла  $5 \cdot 10^{11}$  бит/см<sup>2</sup>. Цифры эти впечатляют, поскольку плотность элементов сегодняшних схем — не более  $10^8$  бит/см<sup>2</sup>.

### А как насчет отдельных молекул?

Но может ли все-таки отдельная молекула использоваться как переключающийся элемент в интегральных схемах? В марте 1997 года была создана Калифорнийская молекулярно-электронная корпорация (California Molecular Electronics Corporation, CALMEC). Основная цель — производство и поставка на рынок молекулярного переключателя, хироптицена. Эта оптически ак-



4



левая форма

**A** — анион (произвольный)  
**Ch** — хромофор



правая форма

**R** — заместитель  
(коммерческая тайна)

тивная молекула была не найдена, а придумана. Два ее оптических изомера (рис. 4) — два устойчивых состояния молекулы — имеют противоположно направленные дипольные моменты. Это и позволяет использовать для переключения электрические сигналы. Барьер между конформациями достаточно велик, чтобы исключить самопроизвольные переключения, вызванные случайными флуктуациями, но при этом он затрудняет переключение электрическим сигналом. Поэтому в структуру молекулы введена светочувствительная группировка, и характеристики молекулярной системы выбраны таким образом, чтобы энергетический барьер между конформациями молекулы в ее возбужденном состоянии был значительно меньше, чем в основном (рис. 4). Таким образом, необходимое переключение молекулы производится одновременным воздействием светового излучения и электрического поля. Полоса поглощения светочувствительной группировки (структура которой является коммерческой тайной) совпадает с длиной волны излучения распространяемого лазера. При такой схеме время переключения лежит в фемтосекундном диапазоне, следовательно, хироптицен — быстро переключающийся элемент.

Корпорация планирует использовать хироптицен как основу запоминающих устройств сверхвысокой емкости и предполагает разработать прототип трехмерного (объемного) запоминающего устройства, в котором в объеме одного кубического дюйма будет храниться до 16 терабайт (16000 гигабайт) данных. Для этой памяти разработана архитектура, которая позволит считывать или записывать данные группами емкостью порядка 1 Мб со скоростью обмена до 2000 таких операций (то есть 2 Гб) в сек.

Удивительные успехи разработчиков как хироптицена, так и памяти на основе ротаксана представляют собой «высший пилотаж» современных технологий. Но потребуется еще немало времени и сил, пока эти устройства окажутся на прилавке. Тем не менее ясно, что

молекулярные устройства изменят лицо информационных технологий.

### На что это может повлиять?

Современная полупроводниковая электроника — практически самодостаточная область человеческой деятельности и на многих направлениях уже не требует дальнейшего совершенствования. Процессоры, облегчающие использование разнообразных бытовых устройств, органично вошли в нашу жизнь, и не нужно заменять их на что-то другое, так же, как, например, ложки, вилки и ножи. Кроме того, полупроводниковая электроника не исчерпала еще до конца своих возможностей, и со многими из имеющихся задач она справится сама, без помощи хироптицена. Но уже видны и области, в которых ее возможности не хватит.

Транспортные системы, метеорология, геология, экономические и социологические модели — вот далеко не полный перечень задач, для решения которых вычислительной мощности современных компьютеров недостаточно. Можно предположить, что молекулярные запоминающие устройства и логические схемы сверхвысокой степени интеграции сыграют здесь важную роль. Но это еще не все.

### Кое-что о колесе

Еще одна область, в которой молекулярные устройства, по-видимому, сыграют определяющую роль, связана с несколько странной особенностью подходов человека к решению насущных проблем. Как известно, в животном мире нет прототипа колеса. Так же и с решением информационных проблем.

Количество камушков, определяющих поголовье скота, счеты, арифмометры и, наконец, ЭВМ — все они построены на одном и том же принципе: дискретное представление информации и последовательное выполнение элементарных операций, на которые разбивается решение сложных задач. В противоположность этому, в живой природе, начиная с простейших проявлений сознания, господствуют иные механизмы обработки информации. Для них характерны грандиозный параллелизм и сложные информационно-логические операции, которые могут рассматриваться как элементарные. Так, например, то, что видит человек, проецируется на сетчатку глаза и одновременно (а не последовательно, точка за точкой) передается по зрительному нерву в кору головного мозга, где над этой информацией производятся сложные действия.

Это принципиальное отличие в способе обработки информации определяет одну слабую сторону современных ЭВМ — слабость при решении задач, которые включают в себя типичные «человеческие» операции — распознавание образов и ситуаций, классификация объектов и принятие решений приобрели важное и нередко принципиальное значение. Здесь и оперативная обработка медицинских анализов, и создание автономных роботов для спасательных работ, и работы в опасных условиях, и многое другое. Специфика этих задач требует огромных вычислительных ресурсов, но гигантскую и дорогую супер-ЭВМ не установишь на робота и не пошлешь в пожар. Молекулярные устройства с их сверхвысокой степенью миниатюризации просто напрашиваются стать решением этой проблемы.

Впрочем, есть другая возможность решения на молекулярном уровне задач искусственного интеллекта. Это создание устройств, принципиально отличных от современных цифровых ЭВМ по архитектуре — имитирующих основные биологические принципы обработки информации, в том числе механизмы функционирования человеческого мозга. Такие исследования уже ведутся.





# Работа с катализатором



ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

Кандидат химических наук  
**О.О.Максименко**

*Нормальные герои  
Всегда идут в обход...*

Песенка Бармаляя  
из фильма «Айболит-66»

## Сила каталитическая

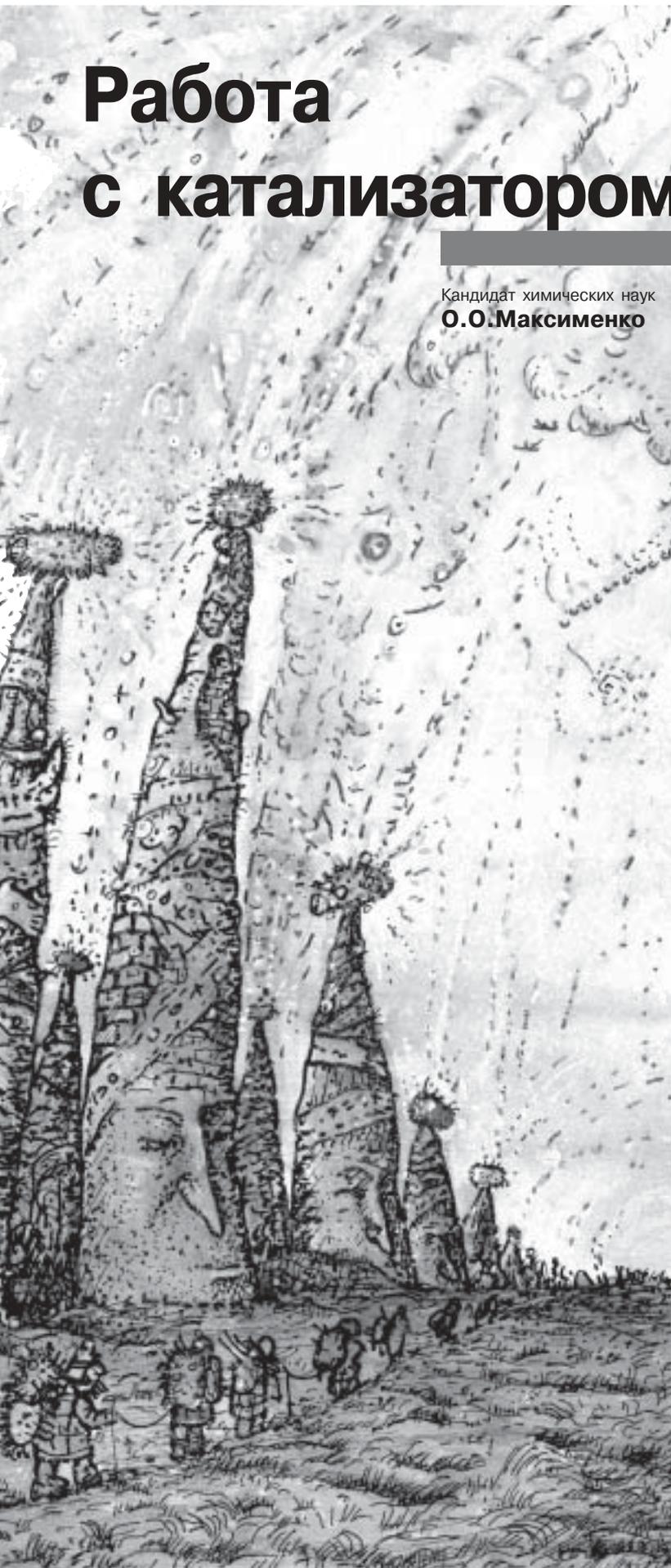
Как это все-таки здорово — естественно-научный подход к жизни! Если ученые сталкиваются с каким-то непонятным явлением, они придумывают ему название — будь то флогистон или каталитическая сила, придумав же, не пляшут вокруг него ритуальные танцы, а пытаются изучить. И, по мере изучения, приспособить к делу. Что такое загадочный флогистон, оказавшийся в конечном счете газом кислородом, естествоиспытатели в основном выяснили. С каталитической же силой исследователи с веселым, будто из детской считалки, названием «каталитики» продолжают разбираться. Впрочем, всерьез они приступили к этому объекту не так уж давно. Если не считать интуитивного использования биологических катализаторов — ферментативного брожения (хлеб, вино, пиво и сыры — как раз персонажи этой оперы) да единичных открытий XVII–XVIII веков, то серьезное химическое изучение явления катализа ученые начали сравнительно недавно, примерно во времена Наполеона.

Началом этой отдельной области химии принято считать опыты Дж.Пристли, который еще в 1778 году обнаружил, что пары этанола, пропущенные через горячую глиняную курительную трубку (малый джентльменский набор в химической лаборатории, ясное дело!), разлагаются на этилен и воду. Чуть позже К.Шееле открыл этерификацию карбоновых кислот спиртами в присутствии минеральных кислот, в начале XIX века К.С.Кирхгоф описал превращение крахмала в сахар в присутствии разбавленной серной кислоты, затем было открыто каталитическое действие платины — и пошло-поехало.

Наконец, в 1835 году неутомимый универсал Я.Берцелиус обобщил множество накопившихся к тому времени фактов о реакциях, протекающих под влиянием «третьих лиц», но в них не участвующих. И придумал прочно прижившееся название «катализ» (от греческого, конечно же, слова *katálysis*, то есть разрушение). А ту самую, загадочную силу, которая заставляет идти реакции, в других условиях не идущие, или ускоряет реакции медленные и в существовании которой он убеждался на основании многочисленных опытов, Берцелиус назвал «каталитической силой».

Предъявленный таким образом ученому сообществу новый непонятный феномен, захватил умы лучших химиков того времени, и с тех пор ученая братия немало поняла про это загадочное явление.

Несмотря на огромный, по сравнению с позапрошлым веком, объем знаний о катализе, тайн в этом явлении для человека пока, по-видимому, больше, чем открытий. Секретом остается главное: нет ответа на вопросы, будет ли то или иное вещество обладать ка-



Художник Н. Кравчин

талитической силой и каким должно быть соединение, чтобы стать катализатором в том или ином процессе.

По меткому выражению профессора московского университета Б.В.Романовского, сегодня одного из ведущих отечественных катализаторов, современный катализ в значительной мере остается скорее искусством, чем наукой, поскольку интуиция и эксперимент пока обгоняют в этой области теорию с ее неотъемлемым признаком — предсказательной способностью. Что, впрочем, только прибавляет катализу привлекательности, заставляя исследователей вновь и вновь пытаться проникнуть в тайну каталитической силы. Кстати говоря, весьма небезуспешно — за открытия в области катализа было получено шесть Нобелевских премий. Не всякая сравнительно узкая область науки может похвастаться таким количеством выдающихся открытий! А полученным знаниям находят успешное применение: от 70 до 90%, по разным оценкам, химических производств в мире используют катализаторы.

Итак, современные представления о катализе сводятся к следующему (разумеется, в самом упрощенном варианте). Есть исходные вещества (или одно вещество, это не суть важно). В принципе атомы, образующие исходные молекулы, можно переставить так, что в продукте они будут связаны между собой иными, даже более прочными связями. То есть внутренняя энергия системы исходных веществ выше, чем энергия системы, состоящей из атомов после «перестановки».

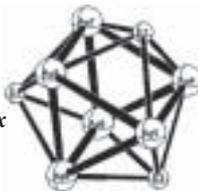
Химическая реакция превращения исходных реагентов в продукты могла бы пройти, но что-то мешает. При описании трехмерной энергетической картины каталитической реакции используют такие образы — «долина исходных веществ», «долина продуктов». Между ними — хребет, энергетический барьер. Он не подпускает атомы настолько близко друг к другу, чтобы они могли поменяться местами и образовать новые, более прочные связи. И перепрыгнуть хребет просто так не получается. А катализаторы оказываются теми самыми проводниками, которые позволяют найти обходной путь — перевал с высотой поменьше. Там, на перевале, катализатор образует промежуточный активированный комплекс, один сразу или несколько последовательно, и соединяет в конце концов атомы исходных веществ между собой в ином, нужном исследователям сочетании. Потом он позволяет молекулам новых соединений благополучно скатиться в долину продуктов, а сам удаляется, чтобы соединить новые пары, в идеале — оставшись неизменным. В реальности,

правда, он оказывается изрядно подпорченным каталитическими ядами и прочими невзгодами.

Конечно, это самое примитивное изложение теории катализа. Впрочем, в нашу задачу и не входит написать подробный реферат по теме. Зато мы расскажем о новых, порой весьма хитроумных способах, придуманных российскими учеными, чтобы заставить химическую реакцию идти в нужном направлении — пусть по обходному пути, но зато в нужную долину.

## Лирическое отступление о сверхмалых формах

*Так выглядит кластер  $Ag_8S_3$  по данным ученых из Центра фотохимии РАН*



Согласно современным представлениям, главная часть катализатора — активный центр. В каждом случае он устроен по-своему, однако у всех центров есть общее качество: любой из них охотно взаимодействует с одной из молекул, которые участвуют в реакции, и переводит ее в некое промежуточное активное состояние. Как центр это делает — никто доподлинно не видел, но результат действия известен: реакция ускоряется. Ученые-катализаторы считают, что активный центр представляет собой что-то вроде выступа на поверхности катализатора, причем этот выступ состоит из считанных атомов. А остальные многие тысячи атомов окружающего материала служат не более чем подложкой. Отсюда следует и непредсказуемость в поведении катализатора — имеет значение не только его химический состав, но и способ приготовления. Поэтому многие теоретики возлагают большие надежды на нанотех-



нологии — умея синтезировать множество мелких частиц одинакового размера, можно делать в чистом виде активные центры. Да и другие достоинства есть у малых частиц, число атомов в которых можно пересчитать по пальцам. Просвещенный читатель, конечно, уже догадался, что речь идет о кластерах.

Вот что пишет академик А.Л.Бучаченко в своей книге «Химия как музыка» (кстати, в этой книге приведен неплохой обзор свойств кластеров, которым мы и воспользуемся в своем повествовании): «Перспективы кластерного катализа сильно превосходят достигнутое: это айсберг, основная часть которого еще не освоена». А перспективы эти связаны как с огромной поверхностью очень маленьких частиц, так и с тем, что кластер можно настроить на заданную реакцию. Вот яркие примеры: атом рения с метаном не реагирует, а кластер из трех атомов — вполне активен. Кластеры кобальта вызывают диссоциацию молекулы водорода, если в них 3–5 или 10–18 атомов, а при числе атомов 6–9 они абсолютно инертны. Скорость диссоциации молекулы азота на кластере нитрида с числом атомов 4–6 или 12–14 почти в тысячу раз больше, чем при 8, 10 и 16 атомах. Линейные трехатомники меди и никеля не реагируют с водородом и метаном, а треугольники — вполне активны. Даже золото в кластерном виде теряет свое благородство: его кластеры с 8, 11, 16 или 18 атомами катализируют превращение угарного газа в углекислый. Такой размерный эффект в общем-то не удивителен. Во-первых, соизмеримость числа атомов, которые лежат на поверхности частицы, с теми, что заключены в ее объеме, создает дисбаланс меж-атомных потенциалов. Поэтому в кластере могут сосуществовать разные кристаллические решетки (такие кластеры называют кентаврами), и на поверхности оказываются совершенно различные грани и ребра кристаллических решеток. А ведь именно один-единственный узор в расположении атомов на поверхности активного центра и позволяет подготовить молекулу конкретного вещества к последующей химической реакции. Во-вторых, обобществленные электроны атомов кластера оказываются в потенциальном ящике, на стенках которого имеется резкий скачок электрического потенциала. В результате электронные состояния в кластере совсем не такие, как в больших частицах, которые можно считать безграничными. И наборы этих состояний оказываются индивидуальными для каждого размера ящика.

«Сейчас уже ясно, что размерные эффекты в катализе по значимости



выходят на второе место: первое всегда занято химической природой катализатора, — продолжает академик Бучаченко. — Однако кластеры — это еще не катализаторы. Высокие технологии в катализе подразумевают тестирование кластеров на их реакционную способность, отбор их по активности и селективности и, наконец, объединение в макроскопический ансамбль без потери индивидуальности. Последняя задача не проста. Новая стратегия открывается в комбинации с туннельной сканирующей микроскопией. Игла туннельного микроскопа способна наносить любые атомы, в любом количестве на любой элемент поверхности. В этой нанотехнологии блестящим прорывом может стать создание атомного насоса — прототипа машины, укладывающей одиночные атомы, которые дрейфуют через нанотрубку под управлением лазера. Такое «нанореакторное» направление — неэмпирическое будущее науки о катализе».

## Инкрустация кластерами

Инкрустация атомами — дело будущего, а вот метод инкрустации частицы катализатора кластерами придумали ученые химического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова под руководством академика В.В.Лунина на средства, выделенные по программе РФФИ-INTAS. Задача была в том, чтобы воспользоваться преимуществами наночастиц при крекинге нефтепродуктов. Скажем, массивному куску никеля все равно, где ломать осевшую на нем небольшую молекулу-цепочку из углеродных атомов — у первого атома или у третьего. А вот если кусок никеля не массивен, а представляет собой кластер из нескольких десятков атомов — это уже совсем другое дело. Он разорвет ту же цепочку в точно заданном месте, скажем, между четвертым и пятым атомами. Однако работать с частицами размером в нанометры сложно — они легко слипаются. Поэтому возникла идея разместить их на поверхности инертных частиц большего размера. А для решения задачи применили одну из наиболее модных ныне технологий — сверхкритическую. В данном случае в качестве сверхкритического флюида взяли горячую воду (она переходит в такое состояние при 374 градусах и 220 атмосферах).

Сверхкритическая вода легко, будто поваренную соль, растворяет многие металлы и их нерастворимые при обычных условиях соединения. А если давление резко снизить, эти вещества мгновенно выпадают в осадок. Из-за большой скорости процесса получают ся мелкие и одинаковые частицы.

Именно такой подход позволил университетским химикам сделать одинаковые частицы носителя для катализатора — оксида циркония. Причем одновременно с оксидом из воды выпадали и частицы металла-катализатора, и не просто выпадали, а формировали кластеры необходимого размера прямо на поверхности носителя. Исследователи научились синтезировать частицы с кластерами самых популярных металлов: платины, никеля и кобальта. Эти катализаторы сразу показали свои преимущества: в тех процессах, где обычно получается букет органических веществ, содержащих от пары до двух десятков атомов углерода, стали образовываться лишь цепочки из пяти-шести атомов. То есть химический реактор приблизился к точности, характерной для биологических систем.

## Ценный маргарин



Одна из жирных кислот маргарина

Время от времени в обществе, казалось бы, беспричинно вспыхивают фобии по отношению к тому или иному веществу. Одна из недавних фобий — боязнь никеля. Считается, что, дотрагиваясь до этого металла, не важно, монетка это или кастрюлька из не-

ржавеющей стали, можно заработать экзему, а то и кое-что похуже. Металлурги, которым известно, что никель — один из самых коррозионностойких металлов и просто так в выделениях кожи растворяться не должен, всегда выражали удивление по поводу этой фобии. Однако, оказывается, для микро- и наночастиц никеля действительно есть свободный проезд в наш организм. Транспортным средством служит маргарин, который делают с помощью никелевых катализаторов.

Еще со школы мы знаем, что маргарин готовят из растительного масла. Чтобы, например, подсолнечное масло стало твердым, его гидрируют — насыщают молекулы водородом. Именно это и делает никель, нанесенный на носитель — кизельгур. Для эффективного превращения порошок катализатора перемешивают с растительным маслом при высокой температуре. Разумеется, потом от катализатора надо избавиться — и это самое слабое место процесса. Образовавшуюся горячую смесь фильтруют со всей возможной тщательностью, но полностью удалить остатки катализатора не получается. Если же в технологии происходит сбой, а это, увы, случается, то в конечный продукт, а значит, и на наши бутерброды, попадает никель. К сожалению, организму человека никеля нужно совсем мало, а избыток его очень опасен для здоровья. Поэтому ученые давно озадачены поиском более безопасного и не менее эффективного катализатора.

Эту проблему решили ученые из Института нефтехимического синтеза им.А.В.Топчиева РАН и Всероссийского института пищевой промышленности. Они разработали катализаторы из другого металла — палладия, который нанесен на иной носитель — оксид алюминия.

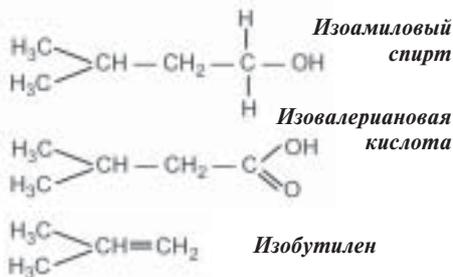
У новых катализаторов много преимуществ. Во-первых, благородный палладий гораздо инертнее и, следовательно, безопаснее для человека, чем никель. Во-вторых, он в тысячи раз эффективнее, соответственно его нужно в тысячи раз меньше. В-третьих, новый катализатор легче удалить из продукта, особенно если использовать разработанное и запатентованное



теми же авторами устройство. Между прочим, отработанный катализатор в принципе можно применять вновь и вновь, без потери его качества. Наконец, структура молекул продукта, полученного на палладиевом катализаторе, гораздо «понятнее» организму, чем в случае катализатора никелевого. Казалось бы, разница невелика — чуть иначе повернуты жирно-кислотные цепочки, — а вот свойства от этого небольшого изменения существенно меняются. Впрочем, это мнение разделяют отнюдь не все ученые (см. «Химия и жизнь», 1999, № 8).

Казалось бы, есть у палладиевого катализатора существенный недостаток — более высокая цена благородного металла. Стоит ли овчинка выделки? На этот вопрос ответил один из авторов изобретения, профессор В.М.Фролов: «Расход палладия невелик, а общие затраты на процесс будут сопоставимы или даже меньше, чем в случае никеля. Качество же такого продукта значительно выше. И главное — новые катализаторы позволят сохранить здоровье людей, а эти расходы всегда окупаются — если не сегодня, то завтра».

## Ионные жидкости на службе фармацевтов



Небо голубое. Вода мокрая. Химики химичат. Последняя истина не менее непреложна, чем предыдущие, свидетельством чему изящная работа химиков из ГНИИХТЭОС под руководством кандидата химических наук А.Р.Эльмана. Ученые придумали новый способ синтеза действующего вещества валидола, впрочем, не только его — участие в процессе одного из «хитов» современной органической химии, так называемой ионной жидкости, открывает перспективы для химического и химико-фармацевтического производства без преувеличения огромные. Ну и, само собой, не обошлось в этом деле без палладиевого катализатора.

Как ни странно, основу валидола, ментиловый (от слова «ментол») эфир изовалериановой кислоты, до недавнего времени делали допотопным способом, изобретенным еще до Первой мировой войны немецкими фармацевтами. Из смеси продуктов спиртового брожения, всем известного сивушного масла, выделяли исходное веще-

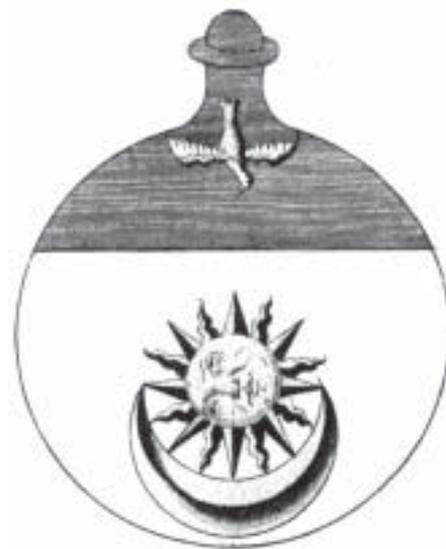
ство — изоамиловый спирт, в две стадии окисляли его до изовалериановой кислоты, потом смешивали кислоту с ментолом и получали требуемый эфир. Хороший, но очень грязный. Не в бытовом, конечно, а в химическом смысле этого слова — в продукте было около десяти процентов примесей. Появлялись они из-за того, что отделить исходный изоамиловый спирт от прочих компонентов сивушного масла не удавалось: они тянулись через весь технологический процесс, вступали в те же реакции и попадали в конечный продукт.

Очистить эфир от примесей пытались несколько поколений химиков. Вплоть до того времени, когда ученые из ГНИИХТЭОС не предложили принципиально новый метод синтеза: на основе изобутилена (из него делают искусственный каучук) и окиси углерода, то есть угарного газа.

Химики, что называется, попали в десятку. Во-первых, синтез по их методике идет в одну стадию, причем без побочных продуктов, а значит, и эфир в конечном счете получается почти без примесей. А во-вторых и в главных, выбор реагентов оказался чрезвычайно эффективным и, возможно, универсальным.

Итак, чтобы реакция, как говорят химики, пошла, авторы использовали катализатор — комплексное соединение палладия. Еще на стадии лабораторных исследований ученые обратили внимание на интересное явление: в некоторых случаях на внутренних стенках реактора образовывалась темно-бордовая вязкая пленка, а сама реакционная смесь из желтой становилась почти бесцветной.

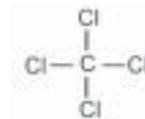
Изучая состав бордовой массы, химики выяснили, что это так называемая ионная жидкость, в которой роли положительно и отрицательно заряженных компонентов играют не привычные неорганические ионы вроде



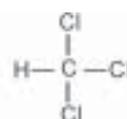
тех, что получаются при растворении в воде поваренной соли, а органические соединения. В данном случае ионную жидкость образуют один из фосфинов и сульфокислота — компоненты катализатора. Причем жидкость эта возникает во время реакции, а сделавший свое дело катализатор в ней растворяется, то есть сам собой выходит из зоны превращения. Значит, вылив из реактора полученный метиловый эфир изовалериановой кислоты, ионную жидкость с растворенным в ней палладием можно смыть ацетоном и использовать при наработке следующих порций продукта, сэкономив драгоценный палладий и не тратя сил на очистку от него будущего валидола.

«Метод действительно хорош, — рассказывает руководитель проекта А.Р.Эльман. — Но мы надеемся, что, изучив свойства фосфониевых ионных жидкостей и выяснив, как они влияют на каталитические свойства палладия, удастся применить этот метод и к другим процессам с участием окиси углерода. Значит, душистые вещества для парфюмерии и косметики, поверхностно-активные вещества для моющих средств и другие продукты на основе сложных эфиров можно будет получать проще, быстрее и дешевле». Недаром эксперты МНТЦ обратили внимание на эту работу и поместили ее в базу перспективных проектов.

## Химическая карусель



Четыреххлористый углерод



Хлороформ

Сделать с помощью катализатора из врага друга, из яда и разрушителя озонного слоя — полезные вещества смогли химики из МГУ им. М.В.Ломоносова. Процесс, который они разработали, позволяет превратить четыреххлористый углерод в хлороформ, а заодно получить хлорированные парафины — вещества, необходимые для производства разнообразных строительных и отделочных материалов, в частности — линолеума. Исследования ученых поддержали РФФИ и Фонд содействия развитию МП НТС.

«Опаснейшим врагом рода человеческого» четыреххлористый углерод стал недавно: еще лет двадцать назад он казался незаменимым хладагентом для холодильников. Сейчас производство  $\text{CCl}_4$  прекращено, но в некоторых химических процессах это вещество получается неизбежно, в качестве побочного продукта. Теперь же, когда выяс-



нилось, что летучие хлоруглероды вредны просто-таки на планетарном уровне, стало очевидно — четыреххлористый углерод надо не выбрасывать в атмосферу, а уничтожать. Но как, ведь это весьма инертное соединение? Сжигать  $CCl_4$  ни в коем случае нельзя — образуется ядовитый хлористый водород, а малейший сбой процесса может привести к возникновению диоксинов — веществ, несравненно более устойчивых и ядовитых, чем сам четыреххлористый углерод.

Внешне решение кажется очевидным даже школьнику. Нужно отобрать из четырех хлоров один или два и заменить их на водороды. Получатся либо хлороформ, либо хлористый метилен. Они гораздо менее ядовиты и в природе разлагаются быстрее, кроме того, это ценное сырье для химической промышленности. Но в жизни все труднее, чем в учебнике по химии.

В безуспешных попытках решить задачу ученые всего мира потратили не один год и не один грант. Удача совсем недавно улыбнулась коллективу ученых под руководством академика И.П.Белецкой и профессора В.В.Смирнова.

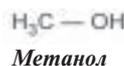
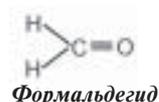
Идея та же — атомы в молекулах разных соединений надо просто поменять местами: вместо хлоров поставить водороды и наоборот. Источник хлора — тот самый четыреххлористый углерод. Источник водорода — обычные парафины, близкие родственники тех, из которых делают свечи. А помогает катализатор на основе меди.

Механизм процесса — своего рода химическая карусель. В составе катализатора медь окисляется, то есть теряет один электрон. В таком активном состоянии она реагирует с четыреххлористым углеродом — отбирает один хлор. Остается радикал, в котором на один углерод приходится всего три хлора. Он бьет по молекуле парафина и отнимает у нее водород. Получается хлороформ. А оставшийся без водорода радикал — остаток парафина — без дела тоже не сидит и атакует четыреххлористый углерод. Отбирает хлор, становясь хлорпарафином. Снова получается радикал углерода с тремя хлорами, который вступает в свою игру. В то же время часть радикалов реагирует с хлоридом двухвалентной меди, в результате чего регенерирует активная форма катализатора и возникает дополнительная молекула хлорпарафина.

Реакция идет по цепи до тех пор, пока практически весь четыреххлористый углерод не превратится в хлороформ, а парафины — в хлорированные парафины. Причем все это происходит в растворе, из которого продукты можно выделить простой пере-

гонкой. Технологические тонкости процесса, равно как и состав катализатора авторы патентуют. Тонкостей этих немало — новый подход требует нестандартного технологического оборудования. В лабораторных условиях первые опытные партии продукта, свойства которого соответствуют требованиям к товарному хлорпарафину, уже получены. А в сотрудничестве с коллегами из малых предприятий «НейрОК Катализаторы» и «САНАК-1» ученые спроектировали и построили стендовые установки для производства. Да и испытания в заводских условиях, в ЗАО «Каустик» подтвердили: технология работает и позволяет получить в одном реакторе хлороформ, хлорпарафин, а заодно избавиться от вредоносного четыреххлористого углерода.

## Метанол в замкнутом круге



В чем-то похожую технологию, только с другим веществом, метанолом, придумали ученые из Института нефтехимического синтеза РАН им. А.В.Топчиева. В результате работы катализатора получается формальдегид, причем без особого вреда для окружающей среды. Новая технология не только безотходна — она еще и позволяет использовать углекислый газ прямо из воздуха.

Вообще синтез формальдегида из метанола давно и широко используют в промышленности — метанол окисляют кислородом воздуха на катализаторе. Однако у этого метода есть весьма существенные недостатки. Во-первых, нужны дорогие катализаторы, как правило, серебряные. Считайте, то же самое, что ложки серебряные истереть в порошок и запустить в реактор. Эффективность же таких катализаторов невелика — и продукта получается мало, и побочные реакции идут, а значит, образуются ненужные вещества. Во-вторых, формальдегид получается в смеси с водой, следовательно, дальше надо еще и от воды избавляться. На-

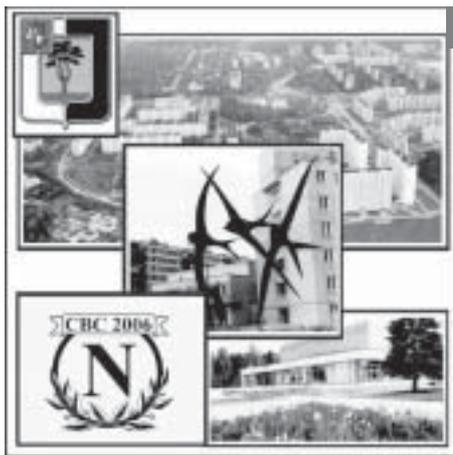
конец, сбрасываемый в атмосферу воздух необходимо очищать от примесей органических соединений, что само по себе сопряжено с немалыми затратами.

Конечно, идеальным выходом было бы прямое получение формальдегида из метанола. На бумаге для этого все-то и нужно отобрать у метанола водород. Дело упирается в катализаторы: либо они дают слишком низкий выход продукта, либо настолько дороги, что производство формальдегида не окупается. Как следствие, патентов на каталитические системы для такого процесса много, только вот промышленных технологий до сих пор нет.

Проблему удалось решить группе ученых под руководством профессора, доктора химических наук В.Ф.Третьякова. Именно они впервые в мире создали такие катализаторы для прямого неокислительного дегидрирования метанола в формальдегид, что выход продукта превысил 90%! Более того, помимо собственно формальдегида, который легко сконденсировать и вывести из производственного цикла, в реакции, само собой, образуется водород. Его можно вовлечь в гидрирование диоксида углерода (который берут из атмосферы) и получать таким образом метанол, который, в свою очередь, использовать для синтеза формальдегида. Иными словами, из побочного продукта — водорода — и углекислого газа, постоянно в огромных количествах выбрасываемого в воздух различными предприятиями, можно синтезировать дополнительное количество сырья.

Состав новых катализаторов изобретатели пока держат в секрете — они сейчас патентуют его. Единственное, что сообщают о новинке авторы, — катализаторы керамические, и в них нет ни грамма благородных металлов. А значит, и стоимость таких катализаторов должна быть невысокой.





**Уважаемые коллеги,**

компания «InterBioScreen», Международный фонд «Научное партнерство» при участии национальных академий наук стран СНГ и научно-методической поддержке Российской академии наук продолжают проведение Международных научных конференций ученых России и стран СНГ **по химии и биологической активности синтетических и природных гетероциклических соединений.**

**Третья международная конференция «ХИМИЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ»,**

посвященная памяти проф. А.Н.Коста,  
состоится **16–19 мая 2006 г.**  
**в г. Черноголовка** (Московская область)

**Международный научный комитет**

Corey E.J. (USA);  
Граник В.Г. (Москва);  
Noyori R. (Japan);  
Зефиоров Н.С. (Москва);  
Atta-ur-Rahman (Pakistan);  
Карцев В.Г. (Черноголовка);  
Bergman J. (Sweden);  
Кухарь В.П. (Киев);  
Huisgen R. (Germany);  
Лозинский М.О. (Киев);  
Katritzky A.R. (USA);  
Минкин В.И. (Ростов-на-Дону);  
Van der Plas H.C. (Netherlands);  
Преображенская М.Н. (Москва);  
Spinelli D. (Italy);  
Стоник В.А. (Владивосток);  
Elguero J. (Spain);  
Тартаковский В.А. (Москва);  
Адекенов С.М. (Караганда);  
Толстиков Г.А. (Новосибирск);  
Андронати С.А. (Одесса);  
Трофимов Б.А. (Иркутск);  
Белецкая И.П. (Москва);  
Хиля В.П. (Киев);  
Воронков М.Г. (Иркутск);  
Чупахин О.Н. (Екатеринбург);  
Глушков Р.Г. (Москва);  
Юнусов М.С. (Уфа)

**Оргкомитет конференции**

Карцев В.Г. (Россия),  
Чупахин О.Н.,  
Андронати С.А.,  
Abu-Arabi (Jordan),  
Толстиков Г.А.,  
Юнусов М.С.,  
Choudhary M.I. (Pakistan),  
Bergman J. (Sweden),  
Зефиоров Н.С.,  
Поройков В.В.

На конференции будут работать секции (рабочий язык русский и английский):

1. Химия синтетических гетероциклов;
2. Химия природных соединений;
3. Биологическая активность азотсодержащих гетероциклов.

Материалы конференции будут опубликованы в сборнике трудов **«Химия и биологическая активность азотсодержащих гетероциклов»** серии *«Химия и биологическая активность синтетических и природных соединений»* (Chemistry of Biologically Activity Synthetic and Natural Compound (CIBC2006)) (в виде монографии и CD-ROM). В сборник трудов будут включены только новые, ранее нигде не опубликованные материалы. Он будет содержать пленарные доклады (4–5 стр.), устные доклады (2–3 стр.) и стендовые – в виде тезисов (1стр.). В заключительный раздел сборника также войдут наиболее интересные новые авторские методики синтеза сложных азотсодержащих гетероциклических соединений, разработанные участниками конференции.

Сборник материалов конференции будет издан на русском и английском языках (в форматах монографии и на CD-ROM).

Оргкомитет просит вас до **1 мая 2005 г.** сообщить о вашем участии и выслать в адрес оргкомитета заполненную регистрационную карту-заявку по электронной почте [conf@ibscreen.chg.ru](mailto:conf@ibscreen.chg.ru) или зарегистрироваться на веб-сайте: [www.CBCconf.com](http://www.CBCconf.com).

Материалы для публикации в сборнике трудов конференции (тексты пленарных и устных докладов, стендовых сообщений и оригинальные методики), оформленные в соответствии с правилами (русская и английская версии), просим направлять в адрес редакции до **1 октября 2005 г.** только по электронной почте.

Правила оформления материалов — см. на сайте конференции [www.CBCconf.com](http://www.CBCconf.com)

**Регистрационный взнос:**

Академические участники:  
110 € до 1 ноября 2005 г.;  
120 € до 1 февраля 2006 г.;

130 € после 1 февраля 2006 г. ;  
Бизнес-участники:  
200 € до 1 ноября 2005 г. ;  
220 € до 1 февраля 2006 г. ;  
240 € после 1 февраля 2006 г.

Молодым ученым (до 30 лет), аспирантам и студентам будут предоставлены скидки после получения регистрационных форм и на основании конкурсного отбора.

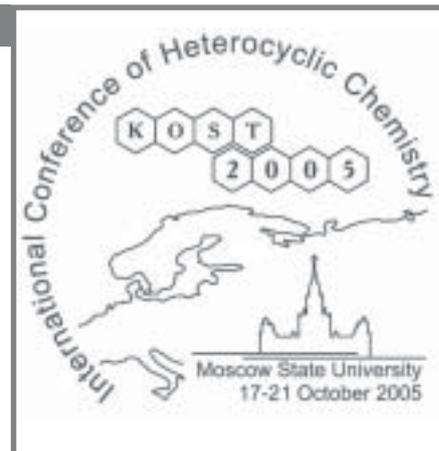
Регистрационный взнос включает:

- 1). участие в научных сессиях;
- 2). материалы конференции, портфель участника (сборник трудов, Программа конференции);
- 3). питание в ресторанах/кафе (обед);
- 4). кофе-брейки в течение 4 дней работы конференции;
- 5). фуршет в день открытия конференции;
- 6). культурная программа (экскурсии, концерт, специальные мероприятия).

По организационным вопросам, связанным с подачей заявок и материалов на конференцию, обращаться к секретарю Оргкомитета конференции **Семеновой Любови Федоровне** ([conf@ibscreen.chg.ru](mailto:conf@ibscreen.chg.ru)). Тел.: (095) **788-06-51**, факс: (095) 788-06-52.

Поезд на конференцию, проживание в гостинице оплачиваются делегатами самостоятельно. По оплате регистрационного взноса и оформлению виз обращаться к директору Фонда «Научное партнерство» **Чернышевой Татьяне Евгеньевне** ([srfond@srfond.ru](mailto:srfond@srfond.ru)). Тел.: **8-252-49489** (для Москвы), **8-09652-49489** (для иногородних).

**Международная конференция  
по химии гетероциклических соединений,  
посвященная 90-летию  
со дня рождения профессора  
Алексея Николаевича Коста**



**Научный комитет  
конференции**

акад. В.В.Лунин (Москва),  
акад. Н.С.Зефиоров (Москва),  
проф. Н.В.Зык (Москва),  
проф. J.A.Joule (Великобритания),  
проф. J.Elguero (Испания),  
проф. J.Bergman (Швеция),  
акад. Э.Лукевиц (Латвия),  
акад. Б.А.Трофимов (Иркутск),  
проф. В.Г.Граник (Москва),  
проф. А.В.Варламов (Москва),  
проф. А.А.Потехин (Санкт-Петербург),  
проф. А.В.Ткачев (Новосибирск),  
проф. Ш.А.Самсония (Грузия),  
проф. Г.Г.Данагулян (Армения),  
проф. В.Д.Орлов (Украина)

**Оргкомитет**

д.х.н., проф. М.А.Юровская,  
к.х.н. В.И.Штепа,  
к.х.н. А.В.Куркин,  
к.х.н. А.В.Карчава.

тел. (095)939-53-76,  
факс (095)932-46-88  
(Юровской),  
Kost-2005@org.chem.msu.ru

**Информационная  
поддержка  
конференции**

«Химия гетероциклических  
соединений»,  
«Известия РАН, Сер.  
Химическая».

С 17 по 21 октября 2005 г. в Москве на химическом факультете Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова состоится Международная конференция по химии гетероциклических соединений, посвященная 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, профессора **Алексея Николаевича Коста**.

Для участия в конференции необходимо не позднее **1 мая** выслать заявку на участие (форма № 1)

**электронной почтой** (Kost-2005@org.chem.msu.ru)

либо зарегистрироваться на сайте конференции

(<http://www.chem.msu.ru/rus/events/kost-2005/welcome.html>).

Тезисы докладов принимаются не позднее **1 июня**

(пленарные – 30 мин., устные – 10 мин., стендовые – форма № 2).

**Оргвзносы:** научные сотрудники — 1500 руб., студенты, аспиранты — 500 руб., сопровождающие лица — 500 руб., иностранные научные сотрудники — 300 евро, иностранные студенты — 150 евро, сопровождающие лица — 150 евро.

Подробная информация о конференции будет размещена на сайте конференции (<http://www.chem.msu.ru/rus/events/kost-2005/welcome.html>).

*Форма № 1*

**Заявка на участие в конференции**

1. Фамилия, имя, отчество
2. Место работы и занимаемая должность
3. Ученая степень, звание
4. Тема доклада
5. Характер доклада (пленарный, устный, стендовый)
6. Адрес, телефон, факс, e-mail
7. Необходимость предоставления места для проживания

*Форма № 2*

**Название доклада** (размер шрифта – 14, жирный), 1,5 инт.

**Ф.И.О.** (размер шрифта – 13, жирный), 1,5 инт.

*Название организации* (размер шрифта – 12, курсив), e-mail

2 инт. Текст доклада

Тезисы доклада необходимо печатать на 1 стр. через 1,5 инт. Поля: левое — 3 см, остальные по 2,5 см. Шрифт — Times New Roman (12). Ссылки на литературу — в квадратных скобках [1]. Схемы реакций должны быть представлены в редакторе ISIS-Draw, шрифт Times New Roman (12).

Список литературы:

1. Л.А.Свиридова, Г.А.Голубева, И.В.Длинных, ХГС, 1657 (1996);
2. D.E.Berlinger, J.J.Lalonde, *J.Org.Chem.*, **52**, 1601 (1987).

НЕОБХОДИМОЕ  
ЗАБОЛАЧИВАНИЕ

*Ученые из Огайо выяснили, что рукотворное болото неплохо очищает стекающую с полей воду от удобрений.*

William Mitsch,  
Mitsch.1@osu.edu

Когда наступает весна, растаявший снег смывает с полей немало удобрений. Вода в реках обогащается соединениями фосфора и азота; они накапливаются в озерах и морях ниже по течению, где служат пищей для водорослей. Как потеплеет, те начинают бурно размножаться и поглощать кислород, отнимая его у всех остальных водяных тварей. Получается замор. Его-то и наблюдают биологи, например, в низовьях Миссисипи: семь тысяч квадратных миль Мексиканского залива там, где в него впадает эта главная река США, становятся из-за гипоксии мертвой зоной.

Уильям Митч из Огайского университета предлагает метод борьбы с этим неизбежным злом интенсивного земледелия — рукотворные болота. Два года назад на берегу притока Огайо — реки Великая Майами — он заложил болото. Оно представляет собой каскад из пяти вырытых бульдозером бассейнов, каждый из которых расположен чуть ниже предыдущего. В результате вода, попав в каскад, медленно по нему просачивается и в конце концов оказывается в реке.

Как оказалось, болото весьма эффективно чистит воду от примесей: содержание фосфора сокращается на 60%, а азота — на 40%. «Фосфор может пролежать в болоте десятилетия, поэтому со временем на дне образуется очень питательный грунт, который годится на удобрения», — говорит автор исследования. Правда, он умалчивает о том, как быть с малярийными комарами, ведь для защиты от них болота и осушают.

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

СЛОИСТЫЙ  
МЕТАЛЛ

*Калифорнийский металлург придумал, как сделать легчайший и прочнейший материал.*

Пресс-секретарь  
Rex Graham,  
ragraham@ucsd.edu

Есть такое вещество — алюминид титана. В нем на атом титана приходится один атом алюминия, а температура плавления, равно как и прочность при высокой температуре, оказывается значительно выше, чем у каждого металла по отдельности. Металловеды давно заинтересовались этим легчайшим и прочнейшим материалом, но вот беда: при комнатной температуре он хрупок как стекло. Профессор Кеннет Веккио из Калифорнийского университета в Сан-Диего предложил очередной способ избавиться от чрезмерной хрупкости. Согласно его рецепту, сначала следует сделать полуфабрикат: пирог из перемежающихся слоев алюминиевой и титановой фольги. Затем этот полуфабрикат нагревают, и в нем начинается химическая реакция между металлами. По ее завершении получается слоистый монолит из интерметаллида и неизрасходованного титана. «Эта структура, по сути, такая же, как у моллюсков: их прочнейшие ракушки тоже состоят из тончайших прослоек твердого и хрупкого карбоната кальция, перемежающихся слоями вязкого белка», — поясняет исследователь свою идею.

Эксперименты показали, что материал обладает очень высокой прочностью и, главное, стойкостью к удару: тяжелые вольфрамовые пули, летящие со скоростью 900 м/с, не могли пробить двухсантиметровую пластинку и застревали где-то посередине.

«Наша технология позволяет делать удивительное разнообразие материалов, — говорит профессор Веккио. — Например, можно добавить пьезоэлектрики, и тогда в материале при деформации возникнет электрическое поле, либо он сам станет деформироваться при приложении электричества».

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

ШАГ  
К ПЛАЗМОННЫМ  
КРИСТАЛЛАМ

*Физики из Германии и Кореи померили время жизни плазмона.*



Dr. Christoph Lienau,  
lienau@mbi-berlin.de

Создание фемтосекундных лазеров, то есть таких, у которых импульс света длится меньше, чем одно колебание атома в решетке твердого тела, на наших глазах порождает принципиально новую оптику. Она связана с так называемыми плазмонными кристаллами. Дело в том, что сверхкороткий импульс света, попав на поверхность твердого тела, не способен поколебать атомы и вся его энергия превращается в возбуждение электронного газа, которое принимает форму особой квазичастицы — плазмона, точнее, поверхностного плазмонного поляритрона. Спустя какое-то время это возбуждение снова превращается в свет.

Самое интересное, что, создав на этой самой поверхности периодический узор из нанодырок и нанобороздок, судьбой плазмонов можно управлять. Открывается путь как к исследованию свойства наноматериалов, так и к созданию плазмонных волноводов, которые будут доставлять куда надо кубиты квантовых компьютеров будущего.

Очередное свойство плазмонов выявили ученые из берлинского Института Макса Борна и Сеульского национального университета. Они облучали 10-фемтосекундными импульсами лазера металлическую поверхность с нанобороздками и неожиданно выяснили, что поляритрон живет очень долго, значительно дольше породившего его импульса света — целых триста фемтосекунд. Причина во внутреннем устройстве. Поскольку оно зависит от длины волны падающего света и параметров наноузора, в руках ученых оказывается инструмент для гибкого управления перемещениями плазмона с последующим превращением его в свет.

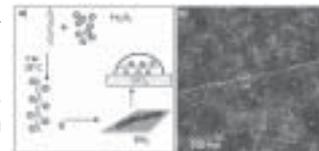
В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

БИОКУСАЧКИ ДЛЯ  
МОЛЕКУЛЯРНЫХ  
ПРОВОДОВ

*Американские биологи научились делать молекулярные провода нужного размера, способные к тому же самоорганизовываться.*

Albena Ivanisevic,  
albena@purdue.edu

Самый известный объект на свете, способный к самоорганизации, — ДНК. Одна ее цепочка сама собой связывается с другой, причем в строго определенном порядке. «Вот бы нам так», — думают порой инженеры-микрорезервисты, которые вынуждены фактически придавать упорядоченность элементам микросхем. Шаг к осуществлению такой мечты сделали биологи из Университета Пердью (США) во главе с доцентом Альбеной Иванишевич. Они воспользовались тем, что по молекуле ДНК распределен отрицательный электрический заряд. Ученые изготовили из магнитного вещества — оксида железа — шарики диаметром 4 нм, зарядили их положительно и добавили к молекулам ДНК. Повинуясь закону Кулона, шарики облепили молекулы и сформировали магнитную нанопроволоку. Затем в дело вступил фермент-рестриктаза, который, несмотря на то что молекула была покрыта магнитной шубой, успешно добрался до нее, разрезал ее там, где было положено, на мелкие фрагменты.



«Поскольку в нашем распоряжении имеется огромное число рестриктаз, способных вырезать различные последовательности нуклеотидов, получается инструмент для изготовления молекулярных проволоочек любой длины», — говорит Альбена Иванишевич.

## РОБОТ УКРЕПЛЯЕТ СКЛОНЫ

Европейские инженеры испытали робота, который укрепляет склоны.



Pierre Brisson,  
pierre.brisson@esa.int

## В зарубежных лабораториях

Обычно европейцы в угрожающем оползнями склоне сверлят глубокие отверстия и забивают туда колья или металлические штыри. А перед этим строят громоздкие леса. И то и другое — работа, которая требует немало времени: на каждые десять квадратных метров опасного склона приходится дырка десятиметровой глубины, которую надо сверлить в скальном грунте. Кроме того, строители подвергаются немалой опасности — в любой момент они могут обрушить на себя непрочно лежащую породу, особенно если речь идет о крутом склоне. А оползни в горных районах случаются часто, в одной только Северной Италии за год разрушается 400 склонов, нанося ущерб в миллиард евро и унося десятки человеческих жизней.

Ученые из Европейского космического агентства и компании «D'Arroplonia» при финансовой поддержке Европейской комиссии, помогли решить эту проблему. В результате появился Робоклимбер — самый тяжелый (около 4 тонн) робот в мире. Он представляет собой платформу, закрепленную на четырех ногах. На ней установлена мощная дрель, а также применяемая в космосе система управления ориентацией робота и его узлов. Робоклимбера на веревках подвешивают у опасного склона. Он упирается ногами в склон, сверлит отверстие, вставляет в него металлический штырь и, повинаясь команде оператора, перемещается вверх, чтобы продолжить работу. Во время испытаний, которые проходили в районе Альта-Валторре недалеко от Удины, Робоклимбер за считанные минуты сверлил десятиметровые дыры диаметром 76 мм — гораздо быстрее, чем рабочие. «По нашим оценкам, использование робота позволит сэкономить 75 тысяч евро при укреплении склона площадью 5000 квадратных метров. А про безопасность и говорить нечего», — считает координатор проекта Энцо Рицци.



## В зарубежных лабораториях

### О ВКУСЕ КАРТОШКИ

Американские ученые обнаружили, что различать по вкусу картошку, выращенную на навозе и на минеральных удобрениях, можно, только если она сварена «в мундире».

Matthew Kleinhenz,  
kleinhenz.1@osu.edu

Чтобы выяснить, различается ли вкус у картошки, которую вырастили с применением минеральных удобрений и без оных, то есть методами органического земледелия, ученые из Огайского университета пригласили пятнадцать дегустаторов и дали им попробовать несколько вареных клубней популярного в США сорта картофеля «Dark Red Norland». Как оказалось, если перед приготовлением картошку очистили, то ее вкус не зависел от метода выращивания. Совсем иначе дело обстояло с картошкой, сваренной «в мундире». Причина была в разном химическом составе: у «органической» картошки содержание гликоалколоидов, ответственных за горьковатый вкус, а равно концентрация калия, магния, серы и фосфора было выше. А у той, что выращивали с минеральными удобрениями, возросло содержание железа и марганца.

«Именно гликоалколоиды, которые при отваривании переходят из кожуры внутрь клубня, и вызывают отличия вкуса, — считает руководитель работы доктор Мэтью Кляйнхенц. — Наше исследование в очередной раз подтверждает, что связь между вкусом овоща и методом его выращивания несомненно существует. И ученые, и аграрии должны учитывать это при разработке систем выращивания, которые дадут продукты с оптимальным сочетанием вкуса и питательной ценности».

## В зарубежных лабораториях

### SMS ОТ ЙОУЛУПУККИ

Финские инженеры создали для удобства туристов службу оповещения о северных сияниях.

Lapland Centre  
of Expertise  
for the Experience  
Industry, Miikka Raulo,  
tel./fax +358 16 36-26-62

На далеком Севере можно наблюдать красивейший природный феномен — северное сияние. Его причина — потоки частиц солнечного ветра, которые в районе полюсов время от времени прорываются через радиационные пояса планеты и достигают плотных слоев атмосферы. Например, в лапландской деревеньке Рованиеми — резиденции финского Деда Мороза, оно случается в период с ноября по март почти каждый день. Однако точное время не может предсказать никто, и любознательный турист вынужден долгие часы поглядывать на небо, чтобы не прозевать красоту. «Мы решили помочь людям, — говорит директор Лапландского центра экспертизы для развития промышленности Миikka Рауло. — Теперь сообщение о северном сиянии туристы смогут получать непосредственно в свой сотовый телефон. Эта услуга уже пользуется большой популярностью».

Работает служба так. Турист либо перед поездкой заказывает услугу через интернет, либо в аэропорту берет напрокат мобильный телефон. Именно туда специальный датчик, наблюдающий за свечением неба, и присылает текстовое сообщение о начале северного сияния.

## В зарубежных лабораториях

### БОРЬБА С МОЮЩИМИ СРЕДСТВАМИ

Австралийские ученые выяснили, что дегазированная вода смывает масляные пятна без всяких детергентов.

J. Phys. Chem. B  
109, 1231-1238  
(2005)

Масло в воде нерастворимо. Чтобы его все-таки смыть, например, с ткани, в воду добавляют детергент. Молекулы такого вещества окружают капельку масла, вокруг нее возникает оболочка, и эта новая частица уже может раствориться в воде. Именно так работают моющие средства. И они же, попав в реку или какой-либо другой водоем, служат кормом для синезеленых водорослей. Чрезмерно размножившись из-за обильного питания, эти микроорганизмы делают воду непригодной для любого другого вида жизни.

Физико-химики из Австралийского национального университета (Канберра) решили найти способ борьбы с моющими средствами. Досконально разобравшись в механизме взаимодействия капли масла с водой, они обнаружили, что немалую роль в нем играют растворенные в воде газы. Их микропузырьки собираются на границе двух веществ, и получают нечто вроде прочного лака, который мешает взаимодействию молекул воды с маслом.

Удалив газ из воды, ученые обнаружили, что капельки масла стали растворяться в ней столь же охотно, как и в присутствии детергентов. «Мы избавлялись от газов, обрабатывая воду холодом и вакуумом. В промышленных условиях для этого подойдет мембрана из гидрофобного материала, который адсорбирует растворенные газы», — говорит руководитель работы Р.Пашли.

Выпуск подготовил С. Комаров

# Конденсатор без диэлектрика

Кандидат  
физико-математических наук  
**Л.А.Ашкинази**

**В** прошлом номере нашего журнала была напечатана маленькая заметка об интересном фанарики, в котором оказался конденсатор со странными параметрами — емкость 0,1 Ф (одна десятая фарады) и рабочим напряжением 5,5 В. Первая мысль — что это все же какая-то ошибка — не подтвердилась. Измерение скорости разряда доказало чудовищное (для этих габаритов) значение емкости. Школьная формула для емкости плоского конденсатора  $C = \epsilon_0 S/d$ , где  $\epsilon$  — диэлектрическая проницаемость,  $\epsilon_0$  — электрическая постоянная,  $S$  — площадь и  $d$  — зазор, немедленно дает ответ: даже при зазоре 0,1 мкм для получения указанной емкости нужна — при  $\epsilon = 1$  — площадь в 1 м<sup>2</sup>. Запихнуть площадь 1 м<sup>2</sup> в объем 0,1 см<sup>3</sup> можно двумя способами — либо в виде фольги толщиной около 0,1 мкм, либо в виде порошка из частиц диаметром примерно 0,5 мкм. Второе более реально, и радиолюбитель, хоть немного интересующийся тем, что у деталей и устройств внутри, скажет, что радиотехника знает оба варианта. На фольге делались все конденсаторы, от самых первых, позапрошлого века, но ведь и на порошке были, точнее, на губке, электролитические танталовые конденсаторы.

## Однако вопрос остается...

...Потому что диэлектрик толщиной 0,1 мкм — это из области фантастики. Свободную пленку такой толщины и при этом мало-мальски приличного размера не получить. Конечно, диэлектриком может быть оксидная пленка на металле, как, собственно, и обстоит дело в электролитических (и алюминиевых, и танталовых) конденсаторах, но этот путь известен и изучен — откуда же такие уникальные параметры? И еще: оксидная пленка подобной толщины должна выдерживать намного большее напряжение, чем обозначенные на конденсаторе 5,5 В. Лезем в интернет и немедленно обнаруживаем, что эти «штучки» называют supercapacitors или ultracapacitors, а в русскоязычном секторе — ионистора-

ми (на порядок реже — суперконденсаторами), но — о ужас! — в качестве материала для электродов в них используется углерод. Его оксид в виде диэлектрической пленки на Земле пока никто не использовал и, кажется, не собирается. Вот на Уране или Нептуне — самое милое дело.

## Пора вспомнить про учебник

Конечно, не школьный, а университетский. В «Электричестве» Калашникова черным по белому изображена вольт-амперная характеристика электролитической ванны, из коей видно, что при напряжениях, меньших напряжения разложения (единицы вольт), ток через электролит не течет. Хотя двойной электрический слой есть, заряд в нем есть, так чем же это не конденсатор — с зарядом, но без утечек? Неудобно, конечно, что работа будет зависеть от полярности, однако электролитические конденсаторы обычно и требовали соблюдения полярности — впрочем, были и униполярные, да и эти «конденсаторы» можно сделать униполярными: выполнив оба электрода из порошка углерода или из губки. И последнее — два этих порошка, две эти губки надо разделить какой-то перегородкой, пропускающей ионы и не пропускающей порошок углерода, дабы электроды просто не «коротнули». Вот мы и сделали ионистор.

Но это какое-то странное изделие — не вполне понятно, что же именно мы изобрели. Что такое двойной электрический слой — знали давно, его вольт-амперная характеристика и емкость были измерены, о его структуре тоже кое-что знали. Все лежало на столе, просто никто не задумался: что же это лежит? А может, среди химиков-гальваников не оказалось ни одного радиолюбителя? Теперь еще раз и не торопясь поймем, что придумали.

## Ионистор «а натурель»

Два электрода из порошка или губки с частицами размером в десятые доли микрона (или меньше). Перегородка, разделяющая электроды, чтобы они не

коснулись друг друга. И электролит, заполняющий поры губки и проникающий через перегородку. Электролит играет роль проводника и поставщика ионов. Собственно, тут два конденсатора — на одном электроде «двойной слой» и на другом, и они соединены последовательно. Выбор размера частиц определяется потребной емкостью и технологией — частицы малых размеров получить непросто. Выбор материала для электрода (углерод) определяется технологией получения малых частиц или соответствующей губки — а для углерода эта технология известна: именно так делают сорбенты. Кроме того, от материала электрода зависит емкость двойного электрического слоя. Данных по углероду мы не знаем, но вот какую подборку опубликовали Г.А.Мартынов и Р.Р.Салем в 1984 году (Препринт Института теоретической физики ИТФ 8-124 Р, Киев) — элементы расположены как в Периодической системе, а емкость в мкФ/см<sup>2</sup> дана справа:

Cu 29	Zn 100	Ga 135			
Ag 20-25	Cd 52	In 80	Sn 39	Sb 31	
Au 20-26	Hg 29	Tl 24	Pb 32	Bi 27	

Углерод лежит в Периодической таблице двумя клеточками выше Sn, а тенденция очевидна: чем выше, тем емкость больше, по горизонтали же — максимум в III группе. К сожалению, бор — диэлектрик, поэтому возможно, что именно углерод — лучший выбор. Известны редкие попытки применить в качестве материала для электрода и другие материалы, например композиты оксидов металлов (MoO<sub>3</sub>) с углеродом.

Второй важный параметр — рабочее напряжение — определяется, помимо материала электрода, составом электролита. Используют щелочи (KOH, NaOH) и кислоты (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) различной концентрации, пробуют соли (LiClO<sub>4</sub>, NaClO<sub>4</sub>, LiAsF<sub>6</sub>, BF<sub>4</sub><sup>-</sup>, CF<sub>3</sub>CO<sub>3</sub><sup>-</sup>) и неводные электролиты — тетраалкилалюминий, сульфат тетраметил-аммония (TMATFMS), CH<sub>3</sub>CN—Et<sub>4</sub>NBF<sub>4</sub> (смесь ацетонитрила и борофторида тетраэтиламмония). Фирмы об этих нюансах пишут редко, и понятно почему. Причем ионисторы с рекордными параметрами содержат именно

Статья о двойном электрическом слое и процессах в электролите, опубликованная в № 1 «Химии и жизни» за 2001 год, кончалась многозначительной фразой: «Приэлектродный слой тонок — тоньше некуда. Но это не мешает скрывать ему, быть может, не одну загадку». Автор статьи как в электролит глядел...



неводный электролит, а структура электродов (размеры пор) оптимизирована под данный электролит.

Заметим, что перед разработчиками стоит вполне традиционная задача: или тупым перебором, «силовой атакой», как говорят математики, найти оптимальные материалы и структуры, или понять, чем именно определяется емкость двойного электрического слоя, как увеличить напряженное разложение электролита, и подобрать структуру частиц (пробуют и нанотрубки, говорят и о фракталах — а как же!), чтобы ионы этого электролита чувствовали себя как дома. Заметим, что параметры будут очевидно (и не очевидно) связаны: при измельчении губки ради роста поверхности увеличится сопротивление. Следовательно, будет сделан «ряд» приборов — чем одно больше, тем другое меньше. Ну, как обычно...

## Применение

Правила хорошего тона требуют перечисления областей применения. Конденсаторы — одни из самых распространенных элементов схем, применение их столь же широко, как у болтов и гаек, и рассказывать об этом можно долго. Но у описанных выше конденсаторов есть одно специфическое применение — оно же будет и главным. Энергия заряженного конденсатора пропорциональна емкости и, увы, квадрату напряжения. А при чудовищной емкости напряжение ионисторов относительно мало. Тем не менее за счет высокой емкости достигается удельная энергоемкость около 1 Вт·ч/кг, или 3,6 кДж/кг. Это в сто раз меньше, чем у лучших аккумуляторов, но зато ионистор может отдавать в нагрузку мощность 2 кВт/кг — в десять раз больше, чем лучший аккумулятор. А рекордные варианты имеют мощность 10 кВт/кг, причем с энергоемкостью 40 кДж/кг, то есть меньше, чем у аккумуляторов, всего в 10 раз. В итоге ионистор оказывается предпочтительней, если надо создать кратковременный и мощный импульс. Поэтому понятен интерес, проявляемый к ним автомобилистами.

Особенно полезными могут оказаться ионисторы в автомобилях с гибридными двигателями — с их непрерывными зарядами и разрядами — и в автомобилях с топливным элементом. В отличие от аккумуляторов ионисторы не боятся коротких замыканий и не имеют ограничений по числу циклов заряд-разряда: в них не происходит химических процессов. Ионисторы, как видно, хорошо дополняют аккумуляторы, если режим эксплуатации включает и длительную работу с малой нагрузкой, и короткие импульсы с большой — а именно так работает современная мобильная аппаратура. Поэтому некоторые изготовители выпускают уже «гибридные сборки»: в одном корпусе стоят аккумулятор и ионистор. И в заключение...

## Немного истории

Тем более что история ионисторов в данном случае представляет некоторый интерес. Первые патенты, в которых была изложена идея накопления заряда в двойном электрическом слое, были выданы в США в 50-х годах. Работы проводились в 60-х годах фирмой «Standard Oil Company», но изделия не нашли сбыта, и лицензия была продана «Nippon Electric Company» в 1971 году. Те начали делать суперконденсаторы, поначалу для своих изделий, а сам по себе первый суперконденсатор был продан в 1978 году. Позже началось и массовое производство.

Между тем в 1962–1963 годах член-корреспондент Н.С.Лидоренко на своих лекциях упоминал о разработках «молекулярных конденсаторов» невиданной доселе емкости. В 1974 году в журнале «Доклады АН СССР» была опубликована его заметка, в которой сообщалось об экспериментальном обнаружении эффекта аномально высокой емкости — 1 Ф/см<sup>3</sup>, и приводилась фотография конденсатора размерами примерно 30×10×2 см с емкостью 142 Ф (позже были получены и существенно большие значения). Приводились также зависимости емкости от частоты, из которых видно, что характерное время — период колебаний,

при котором емкость существенно уменьшается, — составляло около 0,01 с. Это время соответствует разумному значению расстояния диффузии ионов при перезарядке конденсатора — пять микрон (при коэффициенте диффузии в водных растворах — 10<sup>-9</sup> м<sup>2</sup>/с). Но — никаких последующих публикаций, никакого внедрения, никаких исследований. Не правда ли, странно?

Первая гипотеза — уважаемый автор ошибся, сверхемкости не было, в науке непогрешимых нет, все может быть. Однако фантастический результат подтвердила специальная государственная комиссия от Академии наук. Кроме того, в НИИ источников тока, который тогда возглавлял Н.С.Лидоренко, велись работы с углеродом, и его порошка там было сколько угодно. Так что получение этого результата именно там выглядит очень логично. Первая гипотеза отпадает. Вторая гипотеза — результат засекретили. Тоже не исключено, хотя специфически военных применений не видно, причем ни по тогдашнему уровню техники, ни по сегодняшнему.

Возможна, однако, и третья гипотеза, не более фантастичная, чем первые две. Некий сотрудник НИИ источников тока написал донос в Военно-промышленную комиссию, что кое-кто всех обманывает, выкидывает на ветер государственные денежки и так далее. Кстати, если вы не слышали раньше этого названия, учтите — эта широко известная в узких кругах организация курировала все военные исследования в СССР, действует она и поныне. Вы спросите, откуда я знаю про донос? Отвечаю: от автора доноса. Он хвастался передо мной этой историей! Лично. При свидетелях да с интимными подробностями последующего его разговора с объектами доноса.

О последствиях мы можем только догадываться. Наказать директора крупнейшего «ящика», главного конструктора многих важных разработок для армии и космоса, не могли. Но могли посоветовать бросить заниматься «ерундой».

Вот так и вращается колесо истории. Колесо истории техники.



# И снег, и Солнце,

## Солнечная активность

Для начала напомним читателям о том, что имеют в виду ученые, когда они говорят о солнечной активности. Наше светило находится от Земли на расстоянии примерно полутора миллионов километров. От него в виде так называемого «солнечного ветра» распространяются солнечное вещество (плазма) и магнитное поле. Измерения, которые проводили со спутников «Маринер-2» и «Вега-2, -3, -4» в 1962–1967 годах на высоте около 300 км над поверхностью Земли, показали, что средняя концентрация частиц (до 95% — это протоны) ветра составляет пять штук на кубический сантиметр. Во время солнечных бурь концентрация частиц и интенсивность магнитного излучения в солнечном ветре резко возрастают. Его скорость тоже непостоянна — она меняется от 250 км/с до 2000 км/с. И хотя масса летящего солнечного вещества весьма мала, при такой скорости воздействие на объекты в космическом пространстве может быть вполне ощутимым. Например, после сильного солнечного возмущения 9–10 ноября 2004 года Международная космическая станция резко изменила свою траекторию, опустившись под давлением ветра почти на 7 км. Исходя из расстояния и солнечной постоянной (количество солнечной радиации, то есть суммарного излучения по всему спектру, поступающего на единицу поверхности, перпендикулярной лучам Солнца, в единицу времени на внешней границе земной атмосферы; для Земли она равна 1,38 кВт/м<sup>2</sup>), ученые рассчитали полную мощность электромагнитного излучения Солнца. Она составила 3,84·10<sup>26</sup> Вт, что эквивалентно ежесекундному взрыву 10<sup>17</sup> тонн тринитротолуола! Вот такова наша звезда, скромный «желтый карлик».

Одно из проявлений солнечных бурь — возникновение пятен на Солнце, которые легко наблюдать с Земли. Это более темные образования относительно небольшого диаметра (диаметр зрелого пятна всего 17–18 тысяч км, то есть около 1% диаметра Солнца). Средняя температура типичного пятна на 1600 К ниже невозмущенной фотосферы.

Еще в начале прошлого столетия Дж.Хейл установил, что центры солнечных пятен выбрасывают в космос огромное количество солнечного вещества и излучают сильнейшее магнитное поле. Магнитный поток через поверхность типичного пятна имеет порядок 10<sup>21</sup> Мкс.

Чем больше пятно и чем оно темнее, тем выше напряженность магнитного поля в его центре. У больших пятен она достигает 4000 Гаусс. Для сравнения, напряженность невозмущенного магнитного поля Земли лежит в пределах 10<sup>-5</sup>–10<sup>-3</sup> Гаусс. Поэтому количество, размер и температура пятен определяют интенсивность солнечной бури. В середине XIX века швейцарский астроном Р. Вольф в качестве меры солнечной активности ввел следующее выражение:  $W=k(N_1+10N_2)$ , где  $N_1$  — количество пятен на видимой стороне Солнца,  $N_2$  — ко-



## Европа в снегах

*В весенних лугах  
Молодые травы собираю  
Тебе в подношение.  
А на рукава неустанно  
Падает, падает снег.*



ФОТОИНФОРМАЦИЯ

Коко-Тэнно, пятьдесят восьмой государь Японии

Пятое марта 2005 года уже стояло на дворе, а Европа все еще была полностью запорошена снегом, в чем не трудно убедиться, посмотрев на фотографию, полученную в этот день спутником «Энвисат» Европейского космического агентства. Более того, за обильным снегопадом, который длился целую неделю, последовал вполне сибирский мороз — в Голландии, где розы уже привыкли расцветать в феврале, столбик термометра опустился ниже 20 градусов мороза! Во Франции и Великобритании закрылись школы, а полиция не рекомендовала ездить на автомобилях из-за снежных заносов. Итальянские крестьяне, у которых снег засыпал всходы, уже подсчитали убыток от неожиданного каприза погоды — 650 миллионов евро. Кто знает, не следствие ли это случившейся 14 февраля вспышки на Солнце? О гипотезе, связывающей эти два события, в следующей статье.

**С.Анофелес**



личество групп пятен,  $k$  — коэффициент, привязывающий наблюдения различных обсерваторий мира к результатам наблюдений в Цюрихе. В честь автора этот индекс солнечной активности, который на долгие годы стал ее основным показателем, стали называть числом Вольфа ( $W$ ). Оказалось, что значения чисел Вольфа меняются от нескольких единиц в период покоя до полутора-двух сотен во время повышенной солнечной активности. Поскольку изменения происходят циклично с периодом примерно 11,2 года, этот цикл и назвали солнечным. Заметим, что сейчас заканчивается 23-й цикл с начала регулярных наблюдений за Солнцем.

Существуют и другие индексы, характеризующие солнечную активность. Один из них А-индекс: среднесуточное значение флуктуаций компонентов магнитного поля, которое рассчитывают по часовым средним значениям максимальных амплитуд за каждые три часа. Планетарный А-индекс меняется от нескольких единиц при спокойном Солнце до десятков и даже свыше полутора сотен при солнечных возмущениях.

Поток радиоизлучения на длине волны 10,7 см — еще один параметр интенсивности солнечных возмущений. По его величине в 1963 году введен индекс F10.7. Он измеряется в солнечных единицах потока (с.е.п.), причем  $1 \text{ с.е.п.} = 10^{-22} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{Гц})$ . Его значения меняются от 75 до 250. Так как краткие сведения о солнечной активности. Магнитное поле Земли сильно зависит от нее. Каждый день из-за взаимодействия солнечного ветра с ионосферой, напряженность поля колеблется с амплитудой порядка  $5 \cdot 10^{-4}$  Эрстед. Однако при солнечных вспышках амплитуда колебаний вырастает в тысячу раз и более (запомним это). Самые известные катаклизмы, которые случаются при этом, — отключение электростанций из-за перегрузок, выход из строя радиоаппаратуры, поломки космических аппаратов и аварии на протяженных металлических объектах вроде нефте- и газопроводов или линий электропере-

дач, где возникают токи в тысячи ампер. А вот о том, что аномалии погоды могут принадлежать к числу неприятностей такого же рода, до недавнего времени никто не догадывался.

## Немного научной идеологии

В ноябре 2002 года журнал «Химия и жизнь» опубликовал небольшую заметку «Солнце утопило Европу». В ней впервые была высказана гипотеза о влиянии солнечной активности на количество осадков в различных регионах Земли. В последующие три года участвовавшие аномалии погоды заставляют серьезнее задуматься о ее справедливости. История же появления гипотезы была такова.

При исследовании реакции океана на воздействие тайфунов были получены удивительные результаты. Оказалось, что за несколько часов перед резким усилением скорости ветра в тайфуне на поверхность океана выпадает столько осадков, что его верхний стометровый слой сильно опресняется на площадях в десятки тысяч квадратных километров. Такие объемы никак не согласовывались с общепринятой физической картиной углубления тайфунов. Дело в том, что основной поставщик энергии для тропических циклонов, как принято считать, — водяной пар, который поступает от океана.

Он вовлекается в облачные башни — мощные облачные структуры, возникающие в процессе формирования тайфуна и окружающие его «глаз», и стремительно поднимается в верхние слои тропосферы. Там пар и конденсируется, выделяя при этом много тепла. При повышении температуры и влажности воздуха (влажный воздух легче сухого) его плотность в центре тайфуна падает. Ясно, что интеграл по высоте от плотности, то есть давление, также падает. Это приводит к еще большему увеличению скорости ветра. В то же время при конденсации водяного пара в облачных башнях не только выделяется тепло, но и образуется

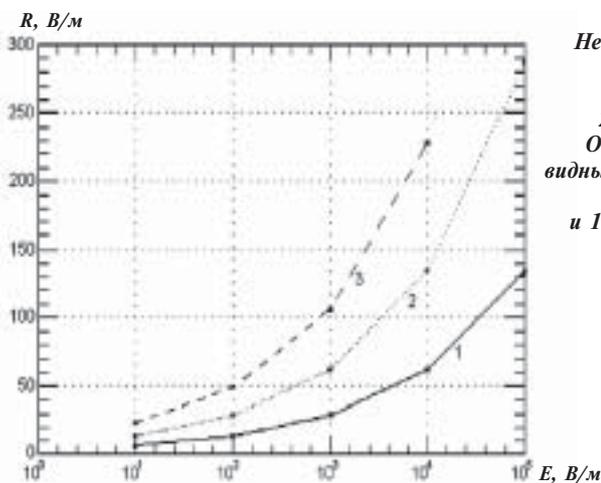
жидкая фаза воды. Воду могут приносить в облака и турбулентные вихри, которые затягивают мелкие капли с гребней волн. После многократных фазовых переходов (при которых соль из воды выделяется и в твердом виде разносится на большие расстояния) в облаках накапливается критическая масса пресной воды. Она выпадает в виде осадков и очень сильно опресняет верхний слой океана. Во время международной морской экспедиции «Тайфун-90» участвующие в ней наши ученые, в том числе и автор этих строк, это опреснение впервые обнаружили и исследовали при прохождении тайфунов «Ед», «Янси» и «Фло».

Однако когда по известным формулам рассчитали, какой поток влаги от океана должен поступить в тайфун, чтобы обеспечить такие осадки, баланса не получилось. Значит, существуют еще какие-то силы, способствующие увеличению скорости ветра и поступлению воды в облачные структуры тайфунов. Тут-то и появилась упомянутая выше гипотеза: это могут быть силы электрического взаимодействия как между облаками циклона и поверхностью океана, так и внутри облачных структур.

Порождение электричества внутри облачных структур общеизвестно. При фазовых переходах в облаках (вода-снег-вода) происходит поляризация частиц и образуется электрическое поле. Как правило, верхняя часть конвективных облаков несет положительный заряд, нижняя — отрицательный.

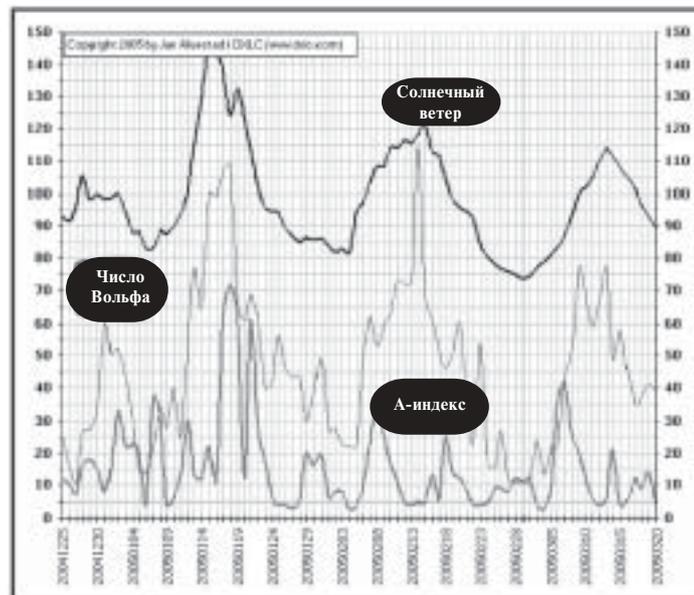
Но, кроме фазовых переходов, источником электричества для облаков могут быть заряженные капли, поступающие от океана как за счет турбулентного вовлечения, так и за счет электрического взаимодействия между противоположно заряженными нижней границей облаков и каплями. А источником электрического заряда капли могут служить теллурические токи в океане, которые возникают при взаимодействии морской воды, масса которой огромна, с магнитным полем планеты. Вблизи берегов и

Специалисты по физике Солнца любят оперировать понятиями вроде «от Солнца оторвалась магнитная линия». Чтобы понять это выражение, вспомним закон природы: если есть поток электронов или протонов, то есть электрический ток — он обязательно индуцирует магнитное поле. Для пустоты (космоса) связь электрического и магнитного полей достаточно проста и дается уравнениями Максвелла: — ротор (вихрь) напряженности электрического поля ( $E$ ) равен произведению магнитной проницаемости ( $m_0$ ) на частную производную по времени от напряженности магнитного поля со знаком минус. И наоборот: ротор напряженности магнитного поля ( $H$ ) равен произведению диэлектрической проницаемости ( $\epsilon_0$ ) на частную производную по времени ( $t$ ) от напряженности электрического поля. Математически это выглядит так:  $\text{rot } E = -m_0 \nabla H / \nabla t$ ,  $\text{rot } H = \hat{a}_0 \nabla E / \nabla t$ . То есть если от Солнца к Земле идет поток протонов (электронов), то одновременно от Солнца к Земле распространяется магнитное поле в виде спирали (спираль — векторное произведение вектора скорости на ротор этой скорости), охватывающей все линии токов протонов. Даже если бы летел всего один протон, то вокруг него все равно было бы магнитное поле. Таким образом, например, в системе прямоугольных координат с центром на Солнце магнитное поле будет иметь три компоненты этой спирали — по направлению линии тока, по касательной к вихрю скорости и по глубине (высоте).



**Зависимость критического радиуса капели от напряженности электрического поля для трех значений заряда капели: 1 — 1 нК; 2 — 10 нК и 3 — 50 нК. (1 нК=10–12 Кулон). Кстати, заряд обычных облачных капели составляет от 0,03 нК — для мелких капели и до 10 нК — для крупных**

**Неспокойное Солнце начала 2005 года. Отчетливо видны вспышки 18 января и 14 февраля**



океанических фронтов проводимость морской воды анизотропна, то есть максимальна вдоль берега или фронта и минимальна по нормали к ним. Поэтому теллурические токи достигают максимальных значений именно вдоль берегов и фронтов в открытом океане и направлены параллельно им. Более того, во время солнечных вспышек их величина в многометровой толще может исчисляться тысячами ампер!

Итак, получается, что, с одной стороны, морская вода — электролит и способна, как любой электролит, аккумулировать определенное количество электричества. С другой стороны, морская вода не настолько хороший проводник, чтобы ее молекулы не стремились поляризоваться во внешнем поле. Индуцированное в магнитном поле электричество (теллурический ток) поляризует молекулы воды по схеме:  $H_2O \otimes (H^+ + OH^-)$ . Вода практически несжимаема. Это

означает, что ее молекулы упакованы оптимально, а именно в виде тетраэдра: четыре молекулы по углам, пятая в центре. Из-за резко выраженной полярности в каждой вершине тетраэдра располагается положительно заряженный ион водорода; а второй ион водорода связан с отрицательно заряженным ионом кислорода этой же молекулы. Стало быть, получившиеся при поляризации ионы водорода и определяют положительный заряд на границе раздела вода—воздух. Там возникают дополнительные электрические силы, пропорциональные напряженности электрического поля и направленные в область с меньшей диэлектрической проницаемостью, то есть от моря в атмосферу. Эти силы интенсифицируют испарение. В летящих в магнитном поле соленых брызгах во время шторма тоже индуцируется некоторое количество электричества. Напряженность электрического поля между облачной

системой формирующегося циклона и поверхностью моря может достигать  $10^4$ – $10^6$  Вольт/м. Для относительно мелких брызг электрические силы (пропорциональные количеству электричества в брызгах и напряженности поля) в таком поле весьма значительны и вполне соизмеримы с силой тяжести. При некотором радиусе электрическая и гравитационная сила оказываются равны; капли с меньшим радиусом сумеют преодолеть притяжение планеты и подняться в облачные системы. В результате объем воды в облаках, а равно их электрический заряд существенно увеличиваются.

Тайфуны, другими словами, тропические циклоны, — это огромные трехмерные вихри. В них образуется гидромагнитное динамо, движущая сила которого пропорциональна напряженности электрического поля в облачных башнях. Чем больше заряженных частиц (электричества) в об-

лаках (следовательно, и выше напряженность магнитного поля), тем больше скорость их движения. Вектор скорости этих движений ориентирован по направлению вращения вихря. Величина скорости дрейфа заряженных частиц может достигать нескольких десятков метров в секунду, что, за счет увлечения воздуха, существенно увеличивает скорость ветра в циклоне.

Итак, резюме:

— солнечные вспышки воздействуют на магнитное поле Земли, резко меняя амплитуду вариаций его напряженности; это усиливает теллурические токи в Мировом океане, где соленая вода, будучи электролитом, накапливает электрический заряд за счет поляризации;

— поляризация морской воды приводит к тому, что ее поверхность несет положительный заряд; силы электрического взаимодействия между положительно заряженной поверхностью воды и отрицательно заряженной нижней границей облаков усиливают испарение воды и вовлечение положительно заряженных капель при штормах в облачные структуры.

## Солнце, ливни, снежные заносы...

Как и тропические тайфуны, близкие нам циклоны высоких широт — это тоже трехмерные гигантские вихри. Погоду на европейской части России в основном определяют те из них, что зародились в Средиземном море или Атлантическом океане. Они меняют температуру воздуха и приносят осадки, количество которых и определяет погодные катаклизмы. Обильные снегопады — заносы на дорогах и лавины в горах, весной паводки и наводнения. Избыток дождей — наводнения, их недостаток — засухи, лесные и степные пожары.

Безусловно, большая часть приходящих циклонов формируется по известным из динамической метеорологии законам (см. «Химию и жизнь», 2000, № 11–12). Это вторжение холодных воздушных масс в более теплый и влажный воздух над океаническими (морскими) водами. Такие условия существуют на границе теплых течений, вдоль побережий относительно теплых морей, а также «пятен» более теплых вод в открытом океане с пространственными масштабами в сотни и даже тысячи километров. Там же, кстати, есть условия и для возникновения наиболее сильных теллурических токов. Такие циклоны при спокойном Солнце формируются за

7–12 дней и, как правило, не сопровождаются аномальными осадками. А вот солнечные вспышки либо воздействуют через описанные выше механизмы на уже существующий циклон, усиливая и насыщая его влагой, либо способствуют формированию нового мощного циклона. При этом сила воздействия зависит от времени суток, поскольку ночная сторона Земли защищена от прямого потока электромагнитного излучения взбунтовавшегося Солнца. Чтобы не быть голословным, приведу несколько ярких примеров.

29 июля 1990 года вспышка на Солнце: А-индекс=105, W=160, Flux=190. 15 августа в Москве за 12 часов выпало 21,7 мм осадков. При скорости солнечного ветра 320 км/с поток электромагнитного возмущения за 5 суток достиг ионосферы Земли, а спустя неделю циклон сформировался и достиг Москвы.

4 июня 1991 года была сильнейшая вспышка на Солнце: А-индекс=200! W=180, Flux=260, а 6 июня в Москве за сутки выпало 58,2 мм осадков! Энергия этой вспышки воздействовала на уже сформировавшийся средиземноморский циклон. При скорости солнечного ветра около 1000 км/с возмущение достигло ионосферы Земли всего за 42 часа.

13 июля 1991 года вспышка на Солнце: А-индекс=135, W=140, Flux=200. А 24 июля в Москве выпало 31,7 мм осадков — для июля это почти половина месячной нормы. Одиннадцать суток потребовалось на формирование средиземноморского циклона и его подход к Москве.

С 27 по 29 июля 2002 года была весьма большая активность Солнца: W=190! Flux=250. Во всей Европе начались сильнейшие наводнения.

18 августа 2003 года на Солнце мощная вспышка: А-индекс=110 и 21 августа — вторая, менее мощная вспышка: А-индекс=60. С 1 по 2 сентября 2003 года в Москве выпало 35 мм осадков. Для сентября это больше месячной нормы.

Необходимо особо выделить вторую половину 2004 и начало 2005 года. Обычно Солнце некоторое время бывает относительно спокойным, далее происходит всплеск активности, и затем оно вновь остается спокойным. Однако в 2004 и начале 2005 года Солнце находится в постоянном «возбуждении»: его активность колеблется, правда со сравнительно небольшой амплитудой. Возможно, именно с этим связаны наблюдаемые аномалии погоды.

Например, 18–19 января 2005 года произошел всплеск активности: А-ин-



## ГИПОТЕЗЫ

декс=75, W=110, Flux=145. И 19–22 января мощнейшие снегопады на северо-востоке США. Засыпало Нью-Йорк и парализовало движение по 95-му шоссе — главной магистрали вдоль восточного побережья США. На юге Австралии — сильнейшее наводнение. В России засыпало Москву и главное шоссе южного направления — магистраль «Дон». А что уж тут говорить про снегопады, которые шли в Москве чуть ли ни до конца марта.

## На этом можно было бы поставить точку, но...

Государство тратит сотни миллионов рублей на борьбу с последствиями стихийных бедствий, хотя, казалось бы, выгоднее надежно прогнозировать их. Однако для надежного прогноза необходимо исследовать природные явления, которые делают погоду. К сожалению, у нас все наоборот. Единственное направление по тропической метеорологии в стране (изучение тайфунов, а они, кстати сказать, воздействуют и на территорию России; исследование явления Эль-Ниньо/Ла-Ниньо у берегов Южной Америки и его влияния на погоду, в том числе на погоду в России, и т. д.), которое вел Институт экспериментальной метеорологии в Обнинске, оказалось государству не нужным. Оно прекратило финансирование фундаментальных исследований и прогнозов тропических циклонов и тайфунов. Изложенные здесь первые результаты интересной работы получены на общественных началах.

## Что еще можно почитать по этой проблеме:

Монин А.С. Солнечный цикл. Л. Гидрометеиздат. 1980.  
Шулейкин В.В. Физика моря. Москва, изд. «Наука». 1968.  
Пудов В.Д., Петриченко С.А. «Известия АН. Физика атмосферы и океана», 2000, № 5.



При обсуждении гипотезы, в такой сложной области, как физика Земли, хочется обратиться за дополнительными сведениями к авторитетам. Академик В.В.Шулейкин — один из пионеров исследования теллурических токов в океанах. Несмотря на то что со времен проведенных им исследований и расчетов прошло более полувека, основные параметры этих токов не претерпели существенных изменений. Согласно современным данным, разность потенциалов, которая обеспечивает протекание электрических токов в океане, меняется (в среднем) от 0,1 мВ/км в районе экватора до 10 мВ/км в высоких широтах, что не сильно отличается от оценок В.В.Шулейкина. Ниже приведены фрагменты из монографии академика Шулейкина «Физика моря», за второе издание которого автору в 1942 году вручили Сталинскую премию.

# Теллурические токи в море

В отличие от других областей геофизики, область электромагнитных явлений на нашей планете до сих пор не располагается ни одной теорией. Такое обстоятельство, с одной стороны, может обескураживать исследователя при выборе тем для работы: малые шансы на успех в построении хотя бы достаточно веской гипотезы здесь очевидны каждому. Но с другой стороны, делом чести для геофизика должны быть настойчивые попытки построения таких гипотез, которые в будущем могут дозреть до теории электромагнитных явлений на нашей

тому в естественных, т. е. морских, условиях рыбы должны ощущать действие каких-то природных токов.

Погрузив в море электроды на расстоянии 200 м один от другого, Мионов обнаружил между ними разность потенциалов более милливольт. После систематических испытаний им было показано, что для исключения собственной разности потенциалов между электродами, зависящей от поляризации и других помех, лучше всего пользоваться свинцовыми электродами, отлитыми из общего тигля и несколько дней вы-

Как и теллурические токи в твердой оболочке Земли, морские теллурические токи, по существу, обусловлены корпускулярным испусканием Солнца, вызывающим также и полярные сияния. В свою очередь, как известно, корпускулярное испускание меняет силу одновременно с изменением числа и площади солнечных пятен. Поэтому интересно сопоставить изменения амплитуд колебаний теллурических токов в море с изменениями характеристического числа  $C$ , приводимого во всех бюллетенях по солнечной корпускулярной активности.



планете и, в частности, на просторах океана, где эти явления издавна служат важным практическим целям кораблеводства. Содержание главы десятой, в ее оригинальной части, — не исключение из общего правила: предлагаемые гипотезы еще шатки; но вместе с тем, работая в этой области, нашим исследователям удалось добыть нестареющий документальный материал, который не может быть опорочен скудностью нынешних теоретических знаний в этой области геофизики...

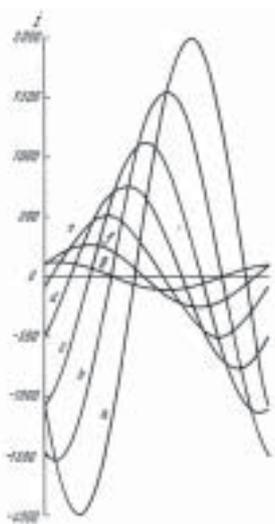
Теллурические токи в море были впервые обнаружены в 1935 году А.Т.Мионовым, проводившим научно-промысловые исследования на Баренцевом море. Заметив, что морские промысловые рыбы, в отличие от речных, проявляют положительный электротаксис (не глущатся током и не уходят от электродов, а идут к электродам), он пришел к заключению, что это поведение вызвано приспособлением к жизни в море, а по-

держанными в море в замкнутой цепи. Перед опытами в море и после них электроды испытывали, чтобы убедиться в полном отсутствии собственной разности потенциалов или в ничтожном ее значении... В продолжение суток и ото дня ко дню напряженность электрического поля колебалась с амплитудой, равной нескольким милливольтам на километр, причем иногда амплитуда достигала даже десятков милливольт на километр.

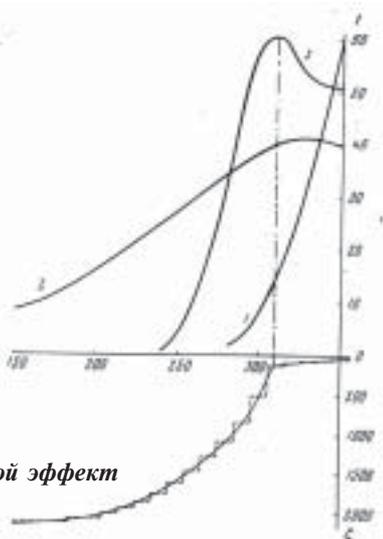
Подобное поведение токов, несомненно, связано с магнитными бурями и вспышками полярных сияний. Документальным доказательством этой связи может служить рис. 1, где изображены наибольшие амплитуды в различные дни марта и апреля 1947 года. Под рисунком в примечаниях указаны данные, заимствованные из геомагнитных бюллетеней. Отчетливо видна связь между резким нарастанием теллурических токов в море и магнитными бурями.

Такое сопоставление дано на рис. 2, построенном Мионовым по результатам регистраций токов за 1946, 1948 и 1949 год. Как видим, между изменениями амплитуд напряженности электрического поля  $E$  в морской воде (милливольты на километр) и изменениями характеристического числа  $C$  существует четко выраженный параллелизм.

Необходимо отметить, что при регистрации разностей потенциалов между электродами, погруженными в море на расстоянии 500 м один от другого (вдоль береговой черты), не возникла опасность наложения электродвижущей силы, индуцируемой в петле: измерительный прибор — электрод — путь тока в воде вдоль берега — второй электрод — измерительный прибор. Вычисления показали, что при магнитных бурях колебания вертикальной составляющей геомагнитного поля внутри этой петли индуцируют в цепи электродвижущую силу, которая на три порядка меньше разности потенциалов.



3  
Рассчитанные  
характеристики  
поля вихревых  
токов в море



4  
Береговой эффект

В некоторых условиях линии тока могут коренным образом отличаться от различных схем: в замкнутом море, в частности на Черном море, они могут оказаться полностью замкнутыми. Но это будет свидетельствовать не о потенциальном, а о вихревом происхождении электрического поля в море.

Такое — чисто вихревое — поле теллурических токов в море должно быть вызвано колебаниями вертикальной составляющей геомагнитного поля. О наличии вихревых токов в океанах и морях В.В.Шулейкин высказал гипотезу еще в 1957 году... Он сделал попытку аналитического решения задачи о вихревых токах, индуцируемых в море постоянной глубины, при колебаниях вертикальной составляющей  $Z$  магнитного поля. После ряда упрощающих допущений решение было им получено в бесселевых функциях комплексного переменного, причем напряженность электрического поля вдоль береговой линии (окружности) зависела от безразмерного критерия  $2R\tilde{\sigma}(2psw)$  (здесь  $R$  — радиус моря,  $s$  — удельная электропроводность морской воды,  $w$  — циклическая частота колебаний  $Z$ ).

Благодаря весьма большим значениям  $R$  в природных условиях, в море должен возникать явно выраженный скин-эффект при частотах  $w$  и при электропроводности  $s$ , ничтожно малых по сравнению с теми, которые встречаются, например, в радиотехнике. Качественные результаты вполне соответствовали наблюдениям в природе: в океанах и на морях действительно наблюдается так называемый береговой эффект.

При решении рассматривается круглое море с радиусом 355 м, глубина которого пока принимается постоянной, равной  $z$ . В толще морской воды выделяются кольца шириной  $D=10$  км и высотой  $z$  км. Если удельная электропроводность морской воды равна  $s$  Ом<sup>-1</sup>см<sup>-3</sup>, то электропроводность каждого погонного сантиметра такого кольца равна  $s_1$  10<sup>11</sup> Ом<sup>-1</sup>см<sup>-1</sup>.

Ввиду ожидаемого сильного скин-эффекта считается достаточным исследовать поле 20 таких колец, начиная со среднего радиуса 350 км до среднего радиу-

са 160 км: вполне законно пренебречь полями токов в кольцах с меньшими средними радиусами, где токи должны падать до нуля к центру моря по заведомо линейному закону. Во всяком случае, это будет осуществляться при колебаниях вертикальной составляющей  $Z$  геомагнитного поля с периодами в несколько минут.

Применительно к иным параметрам аналогичную задачу ставил египетский математик А.Ашур, который свел ее к решению интегральных уравнений Фредгольма. В настоящее время целесообразней и значительно проще вести решение системы обыкновенных алгебраических уравнений посредством электронных счетных машин. Таким путем В.В.Шулейкин получил универсальную матрицу, позволяющую без всяких затруднений перейти от случая плоского дна к случаям какого угодно сложного строения морского дна, лишь бы оно моделировалось поверхностью вращения. Та же матрица пригодна и для решения задачи о токах в море, неоднородном по солености и температуре...

Для расчета взяли типичную амплитуду колебаний вертикальной составляющей геомагнитного поля  $10^{-4}$  Э, а для электропроводности приняли значение  $0,03$  Ом<sup>-1</sup>см<sup>-1</sup>. Рассмотрены три варианта задачи:

а) глубина моря постоянная,  $z=1$  км, циклическая частота  $w=2 \cdot 10^{-2}$  с<sup>-1</sup>, т. е. период колебаний геомагнитного поля 5,23 мин., б) глубина постоянная,  $z=0,5$  км,  $w=10^{-2}$  с<sup>-1</sup>, т. е. период 10,5 мин, в) глубина меняется при удалении от берега по закону, типичному для внутреннего моря,  $w=2 \cdot 10^{-2}$  с<sup>-1</sup>.

По заданной матрице и столбцам свободных членов, вычисленных применительно к различным фазам колебания  $z$ , уравнения были решены Б.И.Комовым на электронной машине Московского университета применительно к перечисленным параметрам.

На рис. 3 изображены колебания силы тока в различных кольцах на основании решения задачи по варианту а.

На рисунке видно, что колебания силы тока в первом от берега кольце достигают амплитудного значения 2000 А и отстают от колебаний  $dZ/dt$  на фазовый

угол 146°. Колебания в остальных кольцах быстро уменьшаются по мере удаления от берега, причем уменьшается и отставание по фазе от колебаний  $dZ/dt$ .

Следовательно, от центра моря к берегу распространяется электромагнитная волна, у которой амплитуда ничтожна вдали от берега и стремительно нарастает при подходе к берегу. Скорость распространения этой волны здесь составляет 300 м/с.

На рис. 4 изображена сводка результатов вычислений во всех трех вариантах. Вместо значений сил тока в различных кольцах по оси ординат отмечены амплитудные значения напряженности электрического поля в морской воде, поддающиеся непосредственному измерению в природе.

В варианте а)  $E=60$  мВ/км у самого берега, а отступая от берега, напряженность стремительно уменьшается: уже на расстоянии 60 км она падает до 4 мВ/км.

В варианте б)  $E=39$  мВ/км у самого берега, сперва  $E$  возрастает и на расстоянии 25 км от берега достигает максимального значения 41 мВ/км, после чего падает в открытом море медленней, чем в варианте а); на расстоянии 200 км от берега  $E=8$  мВ/км.

Наибольший интерес представляет вариант в). Для подготовки числовых значений, входящих в соответствующие клетки матрицы, профиль дна моря, изображенный сплошной кривой ниже оси абсцисс на рис. 5, пришлось заменить ступенчатой линией, которая нанесена пунктиром. Значения глубин, выраженные в метрах, проставлены вдоль нижнего отрезка оси ординат. Как видно на рисунке, максимальная напряженность электрического поля  $E=60$  мВ/км соответствует той точке, которая находится над краем материковой отмели, где глубины начинают быстро нарастать в направлении открытого моря. Напряженность поля уменьшается до 51 мВ/км у самого берега и резко падает в открытом море: например, на расстоянии 60 км от края отмели  $E=4,5$  мВ/км, а на расстоянии 70 км от этого края  $E=1$  мВ/км.

**В.В.Шулейкин**



# Разные разности

Выпуск подготовили

М.Егорова,  
Е.Сутоцкая

Еще не так давно было принято считать, что люди становятся религиозными благодаря воспитанию. Дети, живущие с биологическими или приемными родителями, невольно копируют их поведение. Однако результаты недавних исследований говорят, что и тут не обходится без влияния генов.

Сотрудники Миннесотского университета в Миннеаполисе (США) решили выяснить вклад природы и воспитания в становление религиозности. Они полагают, что для подростков решающий фактор — воспитание, а у взрослых на первый план выходят гены.

Л.Кёниг и ее коллеги опросили мужчин-близнецов, которым едва перевалило за тридцать. 169 пар близнецов были однойцевыми, то есть генетически идентичными, а 104 — разнойцевыми, совпадающими генетически на 50%. Исследователей интересовало, как часто они ходят в церковь, молятся, обсуждают религиозные проблемы, как относились к этому в детстве. Те же вопросы задавали об отце, матери и брате-близнеце.

Все без исключения добровольцы считали, что во времена их детства религиозные взгляды и поведение членов семьи были одинаковыми. Но только однойцевые близнецы, став взрослыми и живя порознь, продолжали придерживаться тех же взглядов на религию. У разнойцевых примерно в трети случаев наблюдались расхождения. «С возрастом генетические факторы становятся важнее, а воспитание оказывается не столь существенным», — говорит М.Макгью, один из участников работы («New Scientist», 2005, 16 марта; «Journal of Personality», 2005, т. 73, с. 471).



Итальянские археологи, работающие на Кипре, утверждают, что нашли место, на котором около 4000 лет назад находилась мастерская по изготовлению благовоний. Неподалеку стоял пресс для оливок. Скорее всего, здесь располагалась «промзона», где получали масло, делали вино и выплавляли медь.

В то время благовония на масляной основе пользовались широким спросом. Судя по огромным, пятисотлитровым сосудам для хранения масла, можно предположить, что продукцию мастерской или даже фабрики экспортировали — вероятно, в страны Восточного Средиземноморья. Благовония использовались в религиозных церемониях, при погребальных ритуалах, и стоили они весьма дорого.

По следам запаха в десятках глиняных бутылок ученым удалось восстановить двенадцать вариантов благовоний. Они также сумели извлечь эссенции лавра, мирта и корицы. Растения, из которых эти эссенции получали, в изобилии растут на Кипре.

Согласно римскому историку Плинию, самые популярные духи и благовония древнего мира производили именно на этом острове, там же и потребляли большую часть продукции.

Археологи считают, что причиной разрушения промышленного комплекса стало землетрясение. Однако оно же помогло сохранить до наших дней остатки парфюмерной фабрики бронзового века («BBC News», 2005, 19 марта).



Время от времени в районе разломов на дне Тихого океана случаются землетрясения. Перед этим сейсмологи отмечают небольшие толчки, которые, по мнению американских специалистов, помогут предсказать крупные катастрофы. Основываясь на ранее полученных данных, ученые сумели предсказать девять самых заметных землетрясений, произошедших вдоль одного из разломов в восточной части Тихого океана с 1996 по 2001 год.

Начиная работу, ученые учитывали предварительными все толчки силой не менее 2,5 баллов по шкале Рихтера, а землетрясением считали толчки силой не менее 5,4 балла. При появлении предвестников землетрясения в радиусе 15 километров от эпицентра каждого предварительного толчка объявлялась тревога. Хотя ложные тревоги случались, их количество составило всего 0,15%. Авторы работы уверены, что смогут улучшить этот результат и предсказывать подобные землетрясения за несколько часов.

Исследователи из Центра изучения землетрясений Университета Южной Калифорнии и некоторых океанографических институтов считают, что предварительные и основные толчки возникают из-за медленного скольжения плит. Это перемещение, которое не сразу выражается в толчках, можно зафиксировать с помощью специальных приборов.

В зонах, где одна тектоническая плита подвигается под другую и где происходят самые сильные землетрясения, часто отмечают смещение плит. В частности, их удалось заметить за 15 минут до страшного чилийского землетрясения в 1960 году («EurekAlert!», 2005, 23 марта).



**Ж**уку под названием златка пожариш (*Melanophila acuminata*) для размножения нужен огонь. Только когда все его враги унесли ноги из пылающего леса, он может в полной безопасности предаться любви, отложить яйца и быть уверенным, что потомство появится на свет и не останется голодным. Ради лесного пожара насекомые преодолевают расстояния во многие километры.

Мертвые, обуглившись стволы и ветви деревьев гарантируют сохранность личинкам, которые, появившись на свет, начинают свою трапезу. Если же случайно дерево уцелело, оно протестует, вырабатывая токсичные для вредителей соединения, обволакивая личинки смолой или просто сдавливая их растущими клетками.

Впервые на жука обратил внимание канадский энтомолог У.Д.Эванс в 1960 году. Поймав насекомое на веранде открытого ресторанчика и внимательно осмотрев его, Эванс обнаружил на груди златки крошечные углубления. После многолетних исследований он предположил, что в них скрываются рецепторы, реагирующие на инфракрасное излучение горящего леса. Однако коллеги не поддержали эту идею.

Теперь сотрудники Боннского университета — биологи, физиологи, химики — доказали правоту канадского ученого. Благодаря сверхчувствительным рецепторам златка действительно издалека видит пламя, слышит потрескивание горящего дерева и чует продукты горения даже в небольших концентрациях.

Еще немецкие ученые обнаружили, что австралийские родственники златки тоже ищут огонь с помощью инфракрасных детекторов. Авторы работы надеются, что их изыскания помогут создать чувствительные приборы, построенные на тех же принципах («BBC News», 2005, 20 марта).



**М**орские водоросли *Caulerpa taxifolia* стали настоящим бичом Средиземного моря. Каждая из них — это одна-единственная огромная клетка размером в несколько метров. Внешне водоросль напоминает папоротник, у нее несколько стеблей с листовидными отростками. Когда проходящая лодка срубает их винтом, из одного растения образуются несколько новых организмов. При этом они быстро залечивают ранки на месте излома.

Г.Понерт с коллегами из Института химической экологии имени М.Планка (Германия) выяснили причины необыкновенной живучести водорослей. Под воздействием фермента содержащегося в них вещество каулерпинин распадается и запускает синтез оксиксина 2. Это соединение способствует объединению белковых молекул. В результате в клетке образуется гель, который всего за 30 секунд закупоривает ранку. Меньше чем через час пробка затвердевает, превращаясь в защитную рубцовую ткань. Пока не ясно, как и где реакция начинается и почему заканчивается, почему клей не заполняет все растение.

Новые данные пригодятся в борьбе с этими водорослями. Битва началась еще в 1984 году, когда водоросли впервые появились в Средиземном море. До сих пор *Caulerpa taxifolia* — одна из главных экологических проблем в этом регионе. Водоросли покрывают дно, не давая расти другим морским растениям, изменяют среду обитания рыб, лишают их еды. На калифорнийском побережье каулерпу победили с помощью химической обработки, но в результате погибла вся живность. Понерт выяснил, что аминокислота лизин уничтожает каулерпинин и водоросль лишается возможности залечивать раны. Возможно, лизин поможет решить проблему ([www.nature.com/news](http://www.nature.com/news), 2005, 23 марта).



**П**очти полтора миллиона людей по всему свету страдает поражением сетчатки, такими, как пигментный ретинит и возрастная макулярная дегенерация. Характерный признак обоих заболеваний — гибель светочувствительных клеток сетчатки. Помочь могли бы имплантаты, один из которых разработали Д.Паданкер и его коллеги из Стэнфордского университета.

Главная часть системы — крошечная микросхема, имплантированная за сетчаткой. Кроме нее нужны очки с крошечной видеокамерой. Она ловит свет и передает изображение в компьютер размером с бумажник, который транслирует информацию на светодиодный экран очков. Инфракрасная картинка с экрана попадает в глаз, стимулируя фотодиоды на имплантированной микросхеме. Эти фотодиоды имитируют работу клеток сетчатки, преобразуя световые сигналы в электрические, а затем в нервные импульсы. Сами очки прозрачны, устройство заслоняет собой лишь 10% поля зрения, и, если человек хоть немного видит сам, они ему не мешают.

В опытах на крысах еще живые клетки сетчатки группировались вокруг фотодиодов имплантата, увеличивая разрешение. В идеале расстояние между клетками сетчатки и микросхемы не должно превышать десять микрон, что сопоставимо с размером клетки.

Устройство работает: грызуны, которым вживили микросхему и надели очки, адекватно реагировали на смену черных и белых полос на экране. До испытаний на людях Паданкер и его команда рассчитывают создать имплантат побольше и протестировать его на животных покрупнее («New Scientist», 2005, 31 марта).



**В** начале марта в Лондоне на суд публики был представлен бесшумный мотоцикл, двигатель которого работает на водороде и не загрязняет атмосферу. Его создатели утверждают, что продукт сгорания, то есть воду, можно пить — настолько она чистая. Машина развивает скорость 80 км/ч и способна ехать без подзарядки четыре часа.

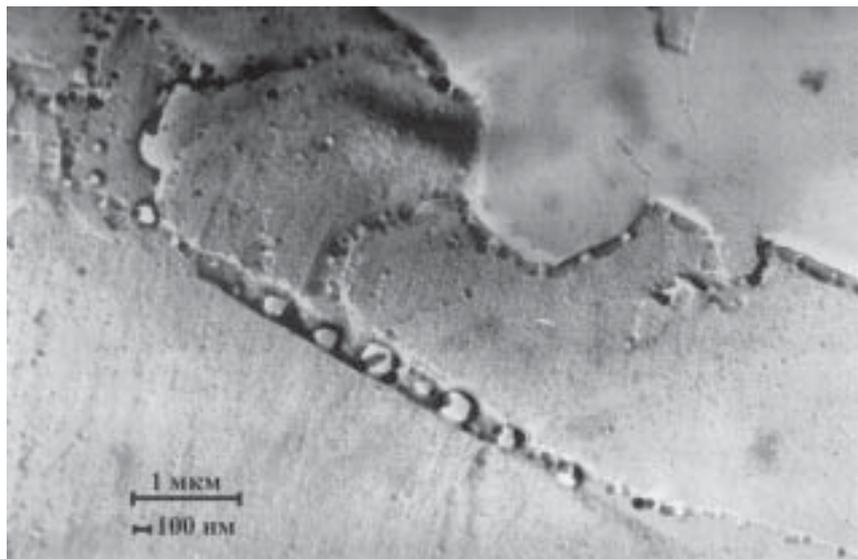
Однако тишайший двигатель не понравился ни мотоциклистам, ни водителям автомобилей, ни пешеходам, хотя многие из них страдают от привычного мучительного рева. П.Вейкхам, глава Общества по борьбе с шумом, говорит, что именно это двухколесное средство передвижения — основной источник шума в городе.

Дело в том, что новый мотоцикл появляется совершенно внезапно и пешеходы могут его просто не заметить. Чтобы обезопасить участников движения, производители согласны приладить к нему устройство, имитирующее гул мотора, которое при желании легко отключить. Заядлые же байкеры уверены, что от бесшумного мотоцикла ни радости, ни веселья и шумовое устройство делу не поможет.

Двигатель мотоцикла — съемный ящик размером с чемоданчик, он питается водородом из резервуара. Со временем топливо для него можно будет добывать из возобновляемых ресурсов, таких, как соя или сахарный тростник («BBC News», 2005, 16 марта).



**Фото 1**  
Нанокристаллы золота, в зональном кристалле арсеницита в сростании с пиритом (светло-серое). Месторождение Бакырчик, Калба



# «Недостающее звено» — золотое, нанокристаллическое

Л.Хатуль

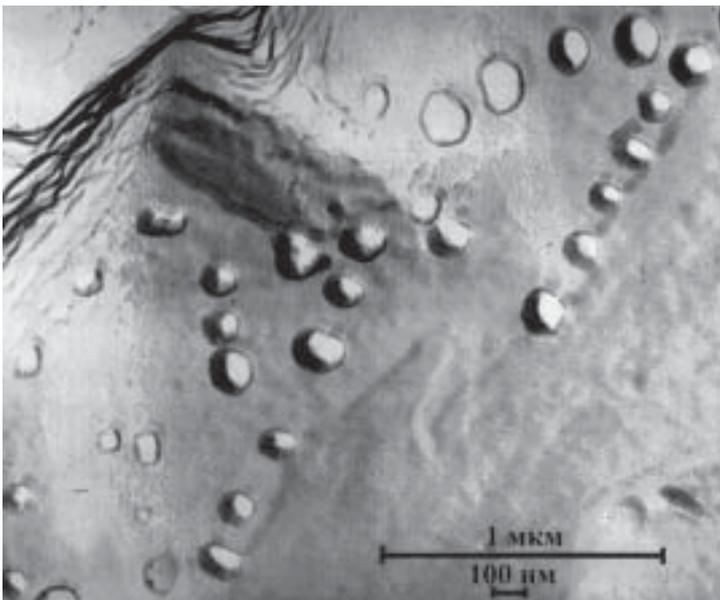
Сначала атомы, потом кластеры, потом кристаллы. А между кластерами и кристаллами — нанокристаллы. Нанокристаллы — не просто маленькие, они — другие: «Малое — это прекрасно». Например, у них бывает ось симметрии пятого порядка, которая в обычных кристаллах не встречается, но встречается в мире живого. Наночастицы — объект для физики и техники ненормальный, но почти всегда исследуются нанокристаллы, полученные искусственно. В природе найдены и исследованы лишь нанокристаллы оксидов Fe, Ti, Al и сульфидов Zn. Причин, по-видимому, три. Первая — человек

начинает с простого, с того, что видно простым глазом, лишь потом берет в руки лупу. Вторая — наночастицы плохо сохраняются и не всегда доживают до возникновения специалиста-минеролога на Земле. Это следствие малого размера, того, что большая часть атомов у них находится на поверхности (рис. 1) и взаимодействует с окружающей средой.

Третья причина — в отличие от «недостающего звена» в биологии, нанокристалл имел шанс вырасти до обычного кристалла (не как вид, а как индивид), а раз не вырос, значит, что-то ему помешало. Например, окружающая поро-

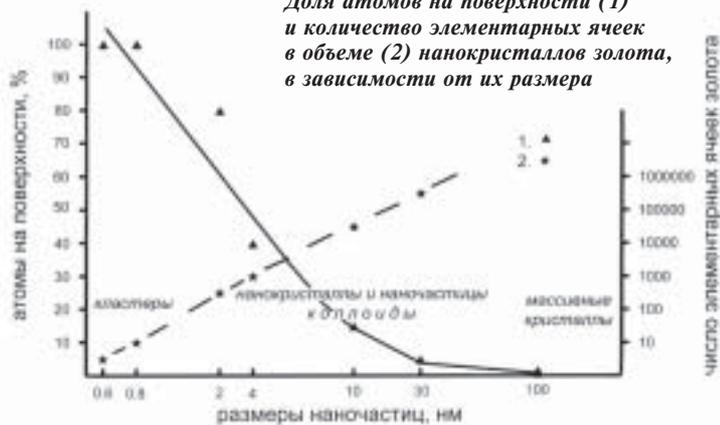
да. Поэтому лучшие шансы на сохранение имеют наночастицы, во-первых, благородных металлов, во-вторых, защищенные от воздействия среды инертной породой. И действительно, индивиды нанокристаллов и их сростки обнаружались в месторождениях Сибири, Забайкалья, Дальнего Востока и Средней Азии, в виде включений в кварце и сульфидах. Это так называемые матрично стабилизированные нанокристаллы, консервирующиеся в неизменных первичных рудах на протяжении геологического времени. Десятков миллионов и миллиардов лет, то есть, с точки зрения экспериментатора, вечно.

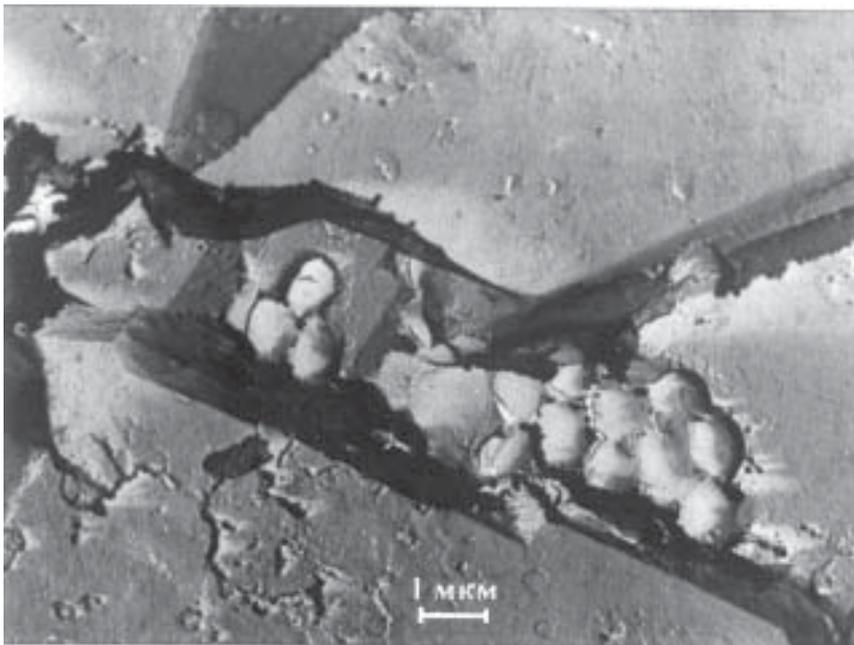
Частицы имеют размер в десятки нанометров, кубическую, кубооктаэдрическую и додекаэдрическую (квазикристаллическую, с той самой осью пятого порядка) форму. Обнаружены неизвестные для макрокристаллов золота многочисленные двойники. Энергия, заключенная в экзотических структурах, увеличивается с увеличением размера кристаллов, и расчет показывает, что максимальный размер экзотических кристаллов — около 10 нм, но практически наблюдались и на порядок большие кристаллы — они выживают за счет дислокаций, уменьшающих энергию напряжений. Матрично стабилизирован-



**Фото 2**  
Нанокристаллы золота в силикатах, на серицит-кварцевой матрице; Месторождение Советское, Енисейский край

**Рис. 1**  
Доля атомов на поверхности (1) и количество элементарных ячеек в объеме (2) нанокристаллов золота, в зависимости от их размера





**Фото 3**  
Коллоидное золото в кварце,  
месторождение Тасеевское,  
Забайкалье.

**Что еще можно прочитать  
о наночастицах золота:**

Петров Ю.И. Кластеры  
и малые частицы.  
М.: Наука, 1986.  
Петровская Н.В. Самородное  
золото. М.: Наука, 1973.  
Помогайло А.Д., Розенберг А.С.,  
Уфлянд И.Е. Наночастицы  
металлов в полимерах. М.:  
Химия, 2000.



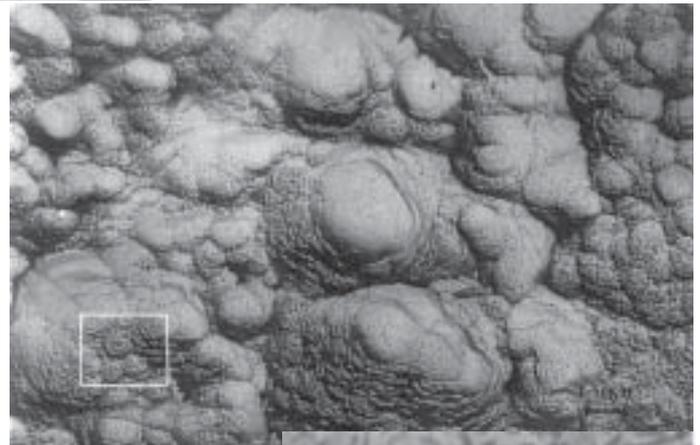
**ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА**

ные наночастицы самородного золота осаждаются из гидротермальных растворов неорганических солей на минеральную матрицу, на поверхности которой они стабилизируются в активных точках либо в микропорах. При формировании руд некоторых эпitherмальных (то есть связанных с горячими источниками) месторождений осуществляется природный золь-гель синтез.

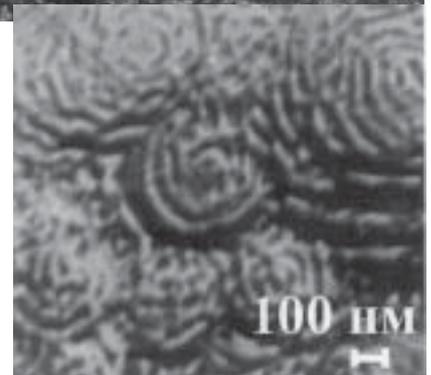
При добыче золота маленькие наночастицы создают большие проблемы — этим отчасти и вызван интерес к

ним исследователей. Нанокристаллы, включенные в матрицу, составляют большую часть потерь при извлечении золота из руд. А раздробить породу до размеров нанокристаллов, чтобы извлечь их все, тоже нельзя — частицы слипаются из-за своей огромной поверхности.

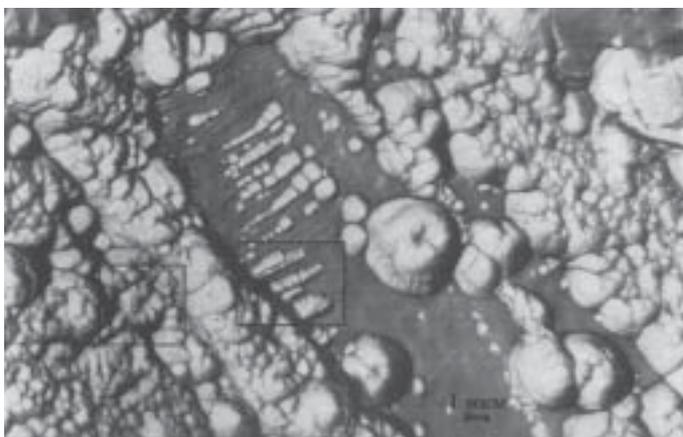
Нанокристаллы исследовали так, как и положено исследовать маленьких — с помощью электронной микроскопии, сканирующей и просвечивающей (углеродные реплики сколов и шли-



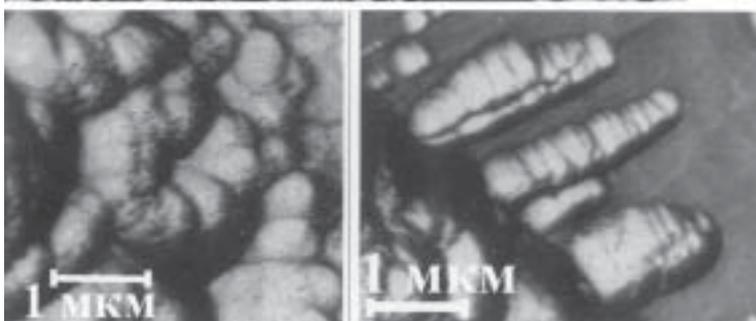
**Фото 5**



**Фото 4**  
Структуры  
метаколлоидного золота,  
внизу слева — с элементами  
вращения, внизу справа —  
полисинтетические двойники.  
Месторождение  
Агатовское, Колыма



**Почковидные агрегаты метаколлоидного золота;**  
внизу — деталь, показывающая  
строение блоков с выходом винтовой дислокации в центре.  
Месторождение Агатовское, Колыма



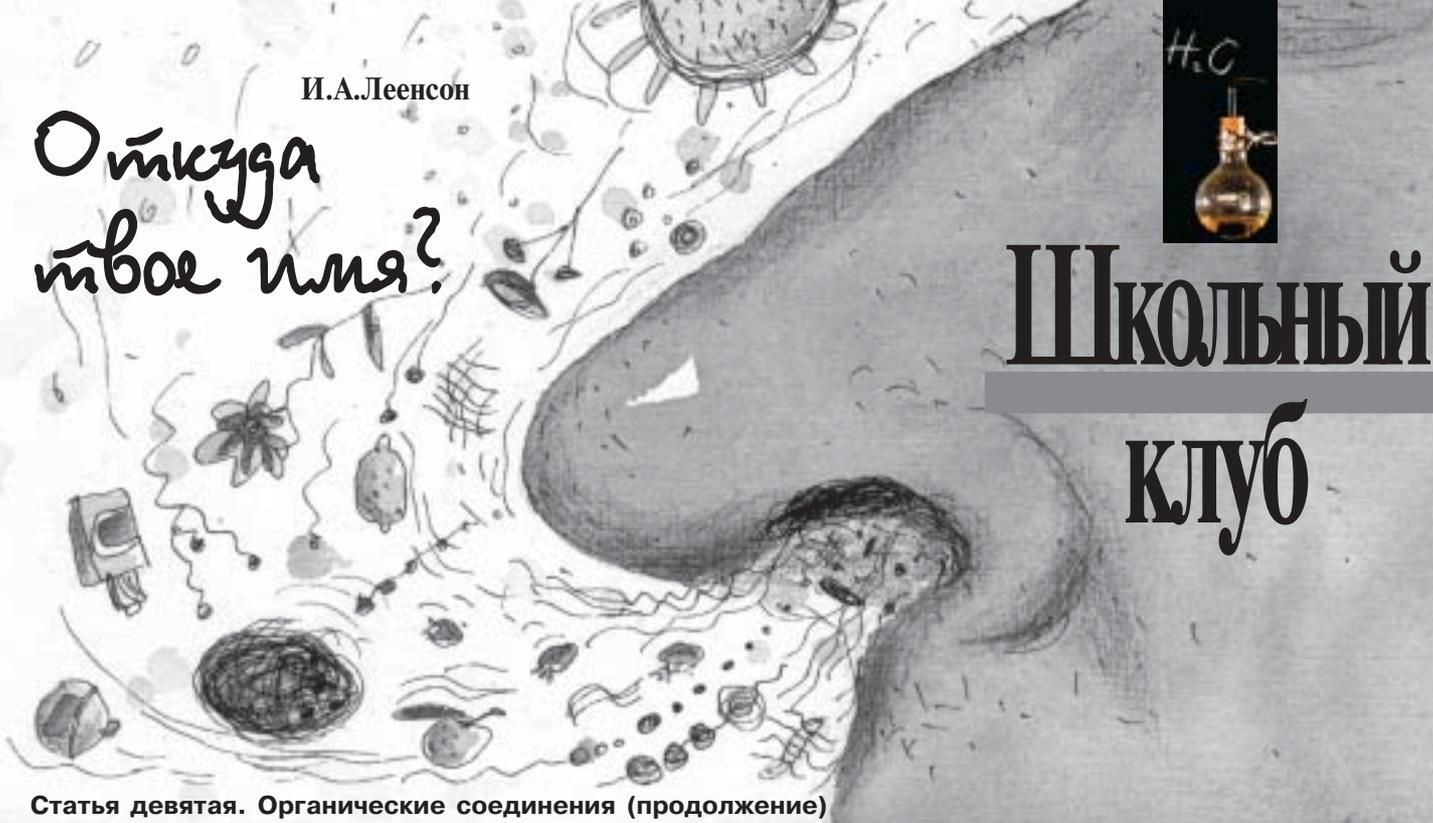
фов). Состав частиц исследовался с помощью энергодисперсионного анализа, структура — дифракцией электронов.

А вот и наши персонажи. На фото 1, 2 и 3 соответственно показаны нанокристаллы золота на арсенипирите, силикате и кварце. Нанокристаллы охотно собираются в группы и цепочки

(фото 4), не теряя при этом своей индивидуальности. А порой ведут себя так, что можно принять их за следы деятельности пришельцев (фото 5).

По материалам публикаций  
М.И.Новгородовой  
(Минералогический  
музей им.А.Е.Ферсмана)



Откуда  
твое имя?ШКОЛЬНЫЙ  
КЛУБ

Статья девятая. Органические соединения (продолжение)

## Альдегиды

Альдегиды — соединения, которые имеют альдегидную группу ( $-\text{CHO}$ ) и образуются из спиртов при их окислении; реакция сопровождается отщеплением от молекулы водорода. Отсюда и латинское название альдегидов — *al(cohol)dehyd(rogenatum)*, то есть алкоголь, лишенный водорода; систематическое название всех альдегидов имеет суффикс *-аль*.

Большинство альдегидов с короткими цепями имеют весьма неприятный запах. Акролеин  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CHO}$  (корень тот же, что у акриловой кислоты) обладает к тому же слезоточивым действием. С усложнением строения (и даже просто с удлинением цепи) альдегиды часто приобретают приятный запах. В XIX веке были выделены из природных источников, а затем и синтезированы многие альдегиды, нашедшие применение в парфюмерии. Среди них — куминовый альдегид (4-изопропилбензальдегид), содержащийся в куминовом масле из семян так называемого римского тмина (*Cuminum cuminum*), того же корня кумол (изопропилбензол); гелиотропин (3,4-метилendioксибензальдегид) из цветов гелиотропа и сирени; цитраль (3,7-диметил-2,6-октадиеналь) и цитронеллаль (3,7-диметил-6-октеналь) из масла цитрусовых; коричный альдегид (3-фенилпропеналь);

анисовый альдегид (*l*-метоксибензальдегид); цикламенальдегид (3-(4-изопропилфенил)-2-метилпропаналь), жасминый альдегид (*транс*-2-бензилиденгептаналь), названия которых достаточно красноречивы. Некоторые альдегиды содержатся в природных источниках в значительных количествах. Например, в каспийском масле коричневого альдегида может быть до 75%, а в цейлонском коричном масле — даже 90%.

Причем среди «парфюмерных альдегидов» есть вещества, вовсе не содержащие альдегидной группы! Среди них — «персиковый альдегид C14», «земляничный альдегид C16», «кокосовый альдегид C18», «розовый альдегид C22», «мимозовый альдегид C31» и другие. Те, кто придумал эти названия, не знали химии: ведь это были вовсе не альдегиды, а сложные эфиры или лактоны. Более того, в этих названиях не всегда правильно указывалось даже число атомов углерода в молекуле. Например, ундекалактон («альдегид C14») имеет на самом деле формулу  $\text{C}_{11}\text{H}_{20}\text{O}$ . Тем не менее до сих пор у парфюмеров сохранились некоторые из этих названий. О сложностях с установлением строения душистых альдегидов говорит такой факт. Давно известный цитраль при более детальном изучении оказался смесью двух веществ, молекулы которых отличаются лишь расположением в про-

странстве альдегидной группы —  $\text{CHO}$  относительно двойной углерод-углеродной связи  $\text{C}=\text{C}$ . Одно из веществ назвали гераниалем, другое — нералем, причем плотность, температура кипения и другие характеристики этих веществ почти одинаковы. Один из самых известных пахучих альдегидов — 4-гидрокси-3-метоксибензальдегид, он же ванилин, синтезирован в 1874 году немецкими химиками Ф.Тиманом и К.Хаарманом. В парфюмерии используются также ирисаль (2-бутил-2-этил-5-метил-4-гексеналь) с запахом ириса.

Название простейшего диальдегида глиоксаля  $\text{CHO}-\text{CHO}$  составлено сразу из трех слов: гликоль («сладкий» двухатомный спирт), оксалат и альдегид. С этим веществом произошла смешная история. Профессор Ю.К.Юрьев, который читал на химическом факультете МГУ курс «Методы синтеза органических соединений», как-то на экзамене спросил у студентки М., как идет реакция окисления этиленгликоля. Ответ он получил совершенно неожиданный: «Реакция идет сносно». Удивленный экзаменатор попросил разъяснить, что это значит. Студентка растерянно ответила: «Я и сама не очень понимаю, что это такое, но вы, Юрий Константинович, так написали на своей лекции. Вот, смотрите:  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH} + 2[\text{O}] \rightarrow \text{CHOCHO}$ ».



## Спирты

Тривиальные названия спиртов (как и систематические) обычно оканчиваются на -ол. Но есть и исключения, вызванные историческими причинами: глицерин, холестерин, сорбит... В английском обычно исключений нет (glycerol, cholesterol, sorbitol).

Названия насыщенных спиртов (алканолов) с короткими цепями производятся от названий соответствующих алканов. Исключение составляет только пентильный спирт, который обычно называют амилловым; по-гречески *amilon* — крахмал (от отрицательной частицы «а» и *miln* — мельница, то есть неразмолотый). Когда-то изоамиловый спирт (3-метилбутанол-1) называли «амильным алкоголем брожения», так как он составляет основу сивушного масла, которое образуется в результате брожения различных веществ, в том числе и полученных при гидролизе крахмала. Само же слово «крахмал» немецкого происхождения: *Kraftmehl* — крахмальная мука (*Kraft* — сила, *Mehl* — мука). Алканолы с длинными цепями обычно имеют тривиальные названия, производимые от природных источников (аналогично длинноцепочечным жирным кислотам); так, название мирицилового спирта  $C_{30}H_{61}OH$  происходит от латинского *Murica* — тамариск.

Тривиальные названия часто используются и для непредельных кислот. Так, название простейшего спирта с ацетиленовой связью — пропаргилового  $HC\equiv C-CH_2OH$  происходит от трехуглеродного радикала (пропила) и, как это ни удивительно на первый взгляд, от греч. *argyros* — серебро. А дело в том, что в пропаргиловом радикале подвижный атом водорода при тройной связи способен замещаться на ион серебра. Этот факт увековечил в названии производных пропаргила

немецкий химик К.Либерман в 1865 году. Название непредельного спирта гераниола  $(CH_3)_2C=CH-CH_2-CH_2-C(CH_3)=CH-CH_2OH$  говорит само за себя, а название его изомера линалоола — от испанского *linaloe* — алоэ. Оба изомера имеют запах фиалок и используются в парфюмерии.

Бесцветные кристаллы циклического спирта ментола (2-изопропил-5-метилциклогексанола) были выделены из масла перечной мяты (род *Mentha*) еще в 1774 году. Сейчас синтетический ментол применяют в пищевой, парфюмерной, фармацевтической промышленности. Шестичленное циклогексанильное кольцо содержит и полиненасыщенный спирт ретинол (он же витамин  $A_1$ ). Этот витамин необходим для нормального роста; он играет также важную роль в фоточувствительности сетчатки глаза, отсюда и его название: на латыни *retina* — сетка, сетчатка. Широко известный не только химикам спирт холестерин впервые был выделен из желчных камней; желчь по-гречески *chole*, отсюда и витамин группы В холин, и холевые кислоты, и передатчик нервных импульсов ацетилхолин, и гидролизующий его фермент холинэстераза, а также холецистит (от греч. *kystis* — пузырь) и даже холера, для которой характерны выделения желчи.

Двухатомные спирты, у которых две соседние группы OH находятся у третичных атомов углерода, называются пинаконами; простейший пинакон (2,3-диметил-2,3-бутандиол) кристаллизуется из водных растворов в виде характерных «табличек», что и дало ему название (от греч. *pinax* — дощечка, табличка). Студенты, изучавшие органическую химию, знают (или, по крайней мере, слышали) про пинаколиновую перегруппировку; в ходе ее из пинакона образуется кетон пинаколин  $(CH_3)_3C-CO-CH_3$ .

Все многоатомные спирты имеют сладкий вкус (что отражено, как уже говорилось, в названии их родоначальника — глицерина). Четырехатомный спирт бутантетраол называется эритритом; более известен пентаэритрит  $(CH_2OH)_4C$ , который применяется для получения полимеров (полиэфиров) и взрывчатого вещества пентрита. По-гречески *erythros* — красный, но эритриты бесцветны. В чем тут дело?

Эритрит был получен при разложении эритрина — вещества, образующегося при действии щелочей на многие лишайники и водоросли. Эритрин — сложный эфир эритрита и орселлиновой (2,4-дигидроксис-6-метилбензойной) кислоты. Эта кислоту получили гидролизом кипящей водой леканоровой (диорселлиновой) кислоты, которую экстрагировали эфиром из лишайника леканора (по-французски он называется *orseille*). Леканоровая кислота (как и многие другие производные бензойной кислоты) дает с хлоридом железа в спиртовом растворе характерное темно-пурпурное окрашивание. Вот откуда появился «эритро».

Всю эту историю вряд ли имело смысл раскапывать, если бы не префиксы эритро- и трео-, которые широко применяются в органической химии для обозначения диастереоизомеров с двумя асимметрическими атомами углерода и таким же пространственным расположением около них заместителей, как в изомерных сахарах треозе и эритрозе ( $C_4H_8O_4$ ). Эритроза образуется при окислении эритрита, и, хотя она тоже бесцветная, корень «эритро» в ней остался. А вот искать этимологию второго изомера, треозы (того же корня, что и незаменимая аминокислота треонин), бесполезно: слово это (англ. *threose*) образовано просто перестановкой букв в эритрозе (*erythrose*). Это — не единственный пример такого рода.

Из пятиатомных спиртов наиболее известны стереоизомерные арабит и ксилит (последний хорошо знаком диабетикам как заменитель сахара в диетических продуктах). И арабит, и соответствующая ему арабиновая кислота  $CH_2OH-(CHOH)_3-COOH$  ведут свое название от гуммиарабика (лат. *gummi* — камедь, *arabicus* — аравийский), смолисто-го выделения некоторых видов акаций, которым когда-то наклеивали марки на конверты. Ксилит (он тоже используется в диетическом питании) получают восстановлением соответствующего альдегидоспирта (о них речь впереди) — ксилозы, которую извлекают из малоценных сельскохозяйственных продуктов: кукурузных кочерыжек, хлопковой шелухи, подсолнечной лузги, а также из древесины лиственных пород. Поэтому неудивительно, что

корень «ксил» (от греч. *xulon* — древесина) фигурирует не только в названии этих веществ (а также ксилулозы, ксилидинов, ксилолов, ксиланов, ксиленолов и т. д.), но и ксилографии (гравировании по дереву), и музыкального инструмента ксилофона. Встречающийся в природе другой пятиатомный спирт адонит получен из растения семейства лютиковых *Adonis vernalis*.

Из шестиатомных спиртов чаще всего приходится иметь дело с сорбитом, маннитом, дульцитом, идитом. Дульцит упомянут в предыдущей статье. Сорбит был выделен из ягод рябины (лат. *Sorbus*); тот же корень в названии одного из лучших консервантов — сорбиновой (гексадиеновой) кислоты, которая в виде лактона также содержится в ягодах рябины. При восстановлении сорбиновой кислоты алюмогидридом лития с высоким выходом получается сорбит. Маннит экстрагируется спиртом из «манны» (лат. *manna* — манна небесная); так называется высохший сок платана и ясеня, растущего на Сицилии и в Закавказье. Термин «идит» произведен от лат. *idem* — тот же; все эти спирты имеют одну и ту же брутто-формулу.

Почти во всех животных тканях и многих растениях находится циклический шестиатомный спирт инозит (от греч. *is*, род. пад. *inos* — мускул, волокно). Инозит может существовать в виде восьми различных цис-транс-изомеров (один из них имеет два оптических изомера). Цис-транс-изомерия весьма распространена среди как органических, так и неорганических (комплексных) соединений, широко используется и термин «трансураны»; на латыни *cis* — по эту сторону, *trans* — по ту сторону, за, через. Эти префиксы, особенно второй, широко распространены не только в химии: из топонимов это Цислейтания — часть Австро-Венгерской монархии, созданная Наполеоном Цизальпинская республика, Трансвааль в Южной Африке и Трансиордания на Ближнем Востоке, а также множество других терминов.

Каждый инозит имеет свой префикс; кроме цис- и транс-, это эпи- (греч. *epi* — на, над, сверх), алло- (греч. *allos* — другой), нео- (греч. *neos* — новый), мио- (греч. *mys*, род. пад. *mys* — мышца), муко- (лат. *micus* — слизь), хиро- (см. выше),

сцилло-; эти префиксы можно найти в таких словах, как эпиграф, эпидиаскоп, аллопатия, аллотропия, неолит, уже упоминавшаяся муконовая кислота, а также мукопептиды, мукополисахариды и муколитические средства и, наконец, сциллирозид, содержащийся в красном морском луке (род *Squill*), — гликозид, применяемый для борьбы с гризунами.

## Сахара

Многоатомные альдегидоспирты (альдозы) и кетоноспирты (кетозы) относятся к моносахаридам. Само слово «сахар» древнеиндийского происхождения: кусочки сахара из гущенного сока сахарного тростника там называли саркарой. Этот корень через персидский (шакар) и арабский (соккар) проник и в европейские языки: украинский цукор, англ. *sugar*, франц. *sucré*, чешск. *sukr*, нем. *Zucker*, итал. *Zucchero*, голл. *suiker* и т. д. Простейшие моносахариды — тетрозы (эритроза и треоза) с четырьмя атомами углерода в цепи. Изомерных пентоз (пять атомов углерода)  $\text{CH}_2\text{OH}-(\text{CHOH})_3-\text{CHO}$  уже больше; это рибоза, ликсоза, арабиноза и ксилоза, которые отличаются конфигурацией трех гидроксильных групп. Еще больше гексоз — их восемь (аллоза, альтроза, манноза, глюкоза, талола, галактоза, гулоза, идоза). Рассмотрим некоторые из этих названий (этимология глюкозы и галактозы ясна из предыдущих статей).

Интересно происхождение первого из этих терминов — рибозы. Основоположник химии сахаров немецкий химик Э.Фишер в конце 80-х годов вместе со своим молодым коллегой О.Пилоти из арабиновой кислоты получили новую, изомерную арабиновую, кислоту и «изомеризовали» название, переставив буквы в слове «арабиновая». «Рабибиновая» им не понравилась, и они заменили «аа» на «и». Получилась рибонитрильная кислота, из которой восстановлением была получена рибоза. А она уже дала название рибонуклеиновой и дезоксирибонуклеиновой кислотам, рибосоме, рибонуклеазе, рибоксину, рибофлавиону и т. п.

Ксилоза соответствует многоатомному спирту ксилиту, арабиноза — арабиту, манноза — манниту, идоза — идиту (эти спирты часто получают восстановлением соот-

ветствующих сахаров). Ликсоза (*lyxose*) «получили» просто перестановкой букв в слове «ксилоза» (*xylose*), а гулозу (*gulose*) и талозу (*talose*) — аналогично из глюкозы (*glucose*) и галактозы (*galactose*), используя, правда, не все буквы. Названия аллозы и альтрозы произошли, по всей вероятности, от греч. *allos* и лат. *alter*, оба слова означают «другой». Видимо, не найдя всех этих сахаров в природных источниках, химики дали волю своим лингвистическим фантазиям.

Более редки альдозы с разветвленной углеродной цепью. Так, из петрушки была получена пентоза  $(\text{CH}_2\text{OH})_2\text{C}(\text{OH})-\text{CHOH}-\text{CHO}$ , названная апиозой (греч. *apion* — петрушка).

Если в молекуле моносахарида одна или несколько групп  $\text{OH}$  отсутствуют (вместо них — атом  $\text{H}$ ), то получаются дезоксисахара; франц. приставка *des* означает уничтожение, удаление, отсутствие (дезинфекция, дезинтеграция и т. п.). Примером такого сахара служат рамноза  $\text{CH}_3-(\text{CHOH})_4-\text{CHO}$  и ее стереоизомер фукоза. Рамноза была получена из ягод крушины (лат. *Rhamnos*), а фукоза — из водорослей *Fucus*.

Интересен пример альдозы — стрептоза с двумя альдегидными группами  $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{C}(\text{OH})(\text{CHO})-\text{CHOH}-\text{CHO}$ , которая входит в состав антибиотика стрептомицина.

Если в альдозе группу  $\text{CH}_2\text{OH}$  окислить до  $\text{COOH}$ , образуется уриновая кислота, например глюкуроновая. Название происходит от греч. *uron* — моча. Этот корень встречается во многих химических названиях: уретаны, уротропин, уреазы, урокиназа, уриказа, уреиды, уридиновая кислота...

К сахарам относятся не только альдегидо-, но и кетоноспирты, из которых самый известный (и самый сладкий из всех сахаров) — фруктоза  $\text{CH}_2\text{OH}-(\text{CHOH})_3-\text{CO}-\text{CH}_2\text{OH}$  (раньше ее называли левулозой из-за левого вращения поляризованного света). Пространственным изомером фруктозы является сорбоза, окислением которой в промышленности получают аскорбиновую кислоту — лактон 2,3-дикетогулоновой кислоты. Название происходит от лат. *scorbutus* — цинга с отрицательной приставкой: как известно, витамин С предотвращает это заболевание.

При замене гидроксильной группы на аминогруппу образуются аminosахары, например природные изомеры хитозамин и хондрозамин — от греч. chiton — хитон (тот же корень в названии полисахарида хитина, гидролизом которого получают хитозан) и chondros — хрящ (остаток ацетилированного хондрозамина входит в состав полисахаридов хрящей). Широко распространена в природе и нейраминаовая (от греч. neuron — жила, нерв) кислота, содержащая восемь атомов углерода и пять гидроксильных. Ее производные носят название сиаловых (от греч. sialon — слюна) кислот и играют важную роль в иммунной защите организма от гриппа. Альдегидная группа в перечисленных аminosахарах отсутствует.

В природе встречаются также олигосахариды (греч. oligos — немногий, незначительный), углеводы, молекулы которых построены из нескольких моносахаридных остатков. Наиболее распространены дисахариды; другое название — биозы (от лат. bi — дважды), молекулы которых построены из остатков двух моносахаридов. Самые известные из них — сахароза, лактоза, мальтоза, трегалоза, целлобиоза и генциобиоза с общей формулой  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Название мальтозы происходит от лат. maltum — солод; отсюда и другое ее название — солодовый сахар. Лактоза (молочный сахар) содержится в молоке (лат. lactis — молоко). Трегалозу выделяли из коконов некоторых насекомых (trehala), из спорыньи — паразитного ядовитого грибка на ржи, позднее — из различных грибов; отсюда — ее другое название: «грибной сахар», или микоза (от греч. mykes — гриб). Целлобиозу впервые получили из целлюлозы. Генциобиоза образуется при гидролизе трисахарида генцианозы, которая была выделена из корня растения *Gentiana lutea* (генциана, горечавка). Генциобиоза образуется также при гидролизе гликозида амигдалина, отсюда ее другое название — амигдалоза. Амигдалин содержится в семенах горького миндаля (лат. amygdalus), в косточках персика, абрикосов, слив, вишен и других растений. При действии кислот гидролизуеться с выделением синильной кислоты, а также глюкозы и бензальдегида:  $C_{19}H_{27}O_{11}CN + 2H_2O \rightarrow 2C_6H_{12}O + C_6H_5CHO +$

$+ HCN$ , чем объясняются некоторые случаи отравления.

Из более редких биоз отметим вицибиозу  $C_{11}H_{20}O_{10}$ , полученную из семян журавлиного гороха (*Vicia angustifolia*) и состоящую из остатков гексозы (глюкозы) и пентозы (арабинозы). Тураноза интересна тем, что ее впервые получили В.В.Марковников и А.А.Алехин в 1889 году из туркестанской (греч. turanos) манны, привезенной из Ташкента.

Из трисахаридов наиболее известный — рафиноза (франц. raffiner — очищать), самый распространенный после сахарозы олигосахарид растений. Рафиноза содержится в небольшом количестве и в сахарной свекле, но на вкус она совсем не сладкая. Довольно много рафинозы в горохе. Этот трисахарид не переваривается в желудке и кишечнике человека. Молекула рафинозы состоит из остатков галактозы, глюкозы и фруктозы. Соединение из первых двух моносахаридов называется мелибиозой, которая, очевидно, сладкая, поскольку по-гречески mele — мед. Тот же корень — в названии трисахарида мелецитозы, а также в другом названии рафинозы — мелитриоза.

Очень интересно строение встречающихся в природе циклодекстринов — макроциклов из шести, семи или восьми остатков глюкозы. Циклодекстрины образуются при ферментативном гидролизе крахмала — полисахарида  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . При обычном же гидролизе горячей водой образуются линейные осколки — декстрины (лат. dexter — правый, по направлению вращения плоскости поляризации света). Особенно быстро гидролиз крахмала идет под действием фермента слюны пталина (греч. ptyalin — слюна). Именно поэтому кусочек черного хлеба во рту быстро становится сладким. Одна из фракций крахмала называется амилопектином. По-гречески rektos — студнеобразный; пектинами называются природные углеводы (их много в ягодах и фруктах), имеющие студнеобразную консистенцию и применяемые для изготовления желе. Вещества, содержащие разветвленные цепи из остатков глюкозы, называются декстранами, их молекулярная масса может достигать десятков миллионов! Частично гидролизованные декстраны используются как заместители



## ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

ли плазмы крови (препарат полиглюкин).

Слизистую консистенцию имеют и мукополисахариды (от лат. mucos — слизь), в составе которых содержатся также аminosахара и уроновые кислоты. К мукополисахаридам относятся гепарин и гиалуриновая кислота. Гепарина много в сердце, мышцах, печени, откуда и его название (на латыни печень — hepar, отсюда и гепатит). Уже ничтожные количества гепарина предотвращают свертывание крови, то есть он служит природным антикоагулянтом (лат. coagulatio — сгущение, свертывание). Гиалуриновая кислота содержится в стекловидном теле глаза (греч. hyalos — стекло) и в синовиальной жидкости суставов. Именно в этой жидкости возникают кавитационные пузырьки, из-за которых суставы могут щелкать (подробнее см. «Химию и жизнь» № 4 за 2001 год).

К высокомолекулярным полисахаридам относится также целлюлоза (клетчатка) — главная составная часть растительных клеток (лат. cellula — клетка, отсюда и целлофан, и целлулоид, и целлюлит). Для получения искусственных волокон целлюлозу сначала превращают в растворимые ксантогенаты (греч. xanthos — желтый), из которых готовят вискозные растворы (от лат. viscosus — вязкий).

Тот же состав, что у крахмала и целлюлозы, имеют содержащиеся в лишайниках полисахариды лишайник (лат. lichen — лишайник) и инулин, который в больших количествах (более 10%) содержится в клубнях девясила высокого (*Inula helenium*), а также георгинов, цикория, земляной груши (топинамбура). Инулин относится к фруктанам, то есть состоит в основном из остатков фруктозы, и потому рекомендуется диабетикам.

# Лявва

## с лососевой фермы

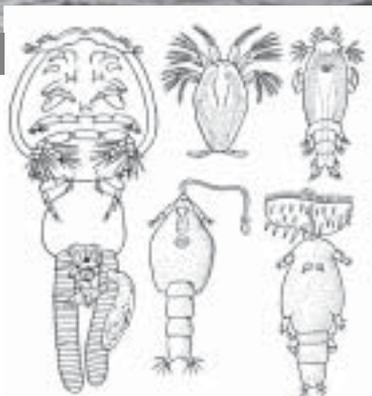


### ФОТОИНФОРМАЦИЯ



Проходя по какому-нибудь московскому рыбному рынку, покупатели порой восхищенно восклицают: «Какие норвежцы молодцы, какую семгу и форель выращивают в своих фьордах!» Однако у ихтиологов зрелище серебристых рыбных туш, разложенных на прилавках, вызывает совсем другие эмоции: «Мало того что эти фермеры уже загадили все у себя, так теперь положили глаз и на Кольский полуостров. Наши-то дикие популяции лососевых вполне сохранились, а как начнут там норвежцы свою марикультуру распространять, так и придет родным рыбам конец». Причина такого негативного отношения в том, что лососевая ферма по количеству отходов, поступающих в море, сравнима со свинофермой, которая сливает отходы в реку. Очередное доказательство разрушительного влияния такого рода марикультуры на окружающую среду получили канадские ихтиологи («Proceedings of the Royal Society», В, 30 марта 2005).

Ученые исследовали ферму, которая расположена в одном из узких фьордов на побережье Британской Колумбии. Как оказалось, мальки местной горбуши и кеты на пути из нерестовой реки в открытое море всегда проходят неподалеку от нее. И там на них нападают ляввы — личинки веслоногих рачков-паразитов, которых называют морскими вшами или блохами, а их пресноводных двоюродных родственников — карповыми вшами. Эти рачки или их личинки присасываются жертве и питаются ее кровью.



Так паразит и его личинки показаны на рисунке в «Жизни животных»

Ферма — разносчик заразы



Так паразиты выглядят вблизи

Рыбки с морскими вшами



Фото Александра Муртона и Брендана Коннора

На ферме из-за скученности рыб возникают благоприятнейшие условия для размножения паразитов — их концентрация там в 30 тысяч раз(!) превышает таковую в

открытом море. Естественно, проплывая мимо мощного источника заразы, мальки (а они путешествуют стайками) заражаются: уровень заболеваемости у них в 75 раз выше,

нежели в среднем по популяции. При диаметре фермы всего 0,2 км ее влияние чувствуется на расстоянии в тридцать километров.

«Мимо фермы проходят совсем крошечные мальки лососевых рыб, некоторым всего несколько дней от роду, у них даже икринки не до конца рассосались. И вот на таких малюток нападают вши. Естественно, они не могут защититься от паразита, с которым обычно сталкиваются взрослые рыбы, — говорит руководитель работы Марти Кркосек из университета Альберты. — До сих пор промышленники упрекали ученых в том, что их данные о роли ферм в распространении болезней недостаточно достоверны. Нам же удалось создать очень хорошую методику. При исследовании мы не убиваем мальков, поэтому имеем возможность изучить тысячи рыбок, вылавливая их через каждые 2–4 км. И наши данные свидетельствуют, что из реки спускаются чистые рыбки, а после фермы многие члены стайки сильно заражены паразитами».

Самое неприятное в том, что массовое заражение мальков способно спровоцировать эпидемию. «Преодолев расстояние в тридцать километров, вши начинают размножаться, причем каждая из них дает несколько сотен яиц. Так возникает новый мощный источник заражения. Более того, паразиты могут перейти на других рыб, в частности на сельдей, а от них зависит уже вся морская экосистема, в том числе и все промысловые рыбы. Надо срочно принимать меры», — предупреждает Джон Вольпе из университета Виктории.

С.Алексеев



# Слово в защиту КИТОВ

**А**втор этой книги — известный морской биолог из Шотландии, содиректор проекта исследования косаток у берегов Камчатки. Вот что он сам пишет о своем труде: «Я надеюсь, что эта публикация откроет новую эру в истории исследований и защиты китообразных. Главная ее задача — распространить знания о том, как лучше всего создавать морские охраняемые территории для этих животных. Три причины заставили меня взяться за перо. Во-первых, защитники природы до сих пор пренебрегают жизненными потребностями китообразных. Во всяком случае, при организации морских заповедников никто не принимает их в расчет. А дело-то в том, что эти животные мигрируют на тысячи километров и для их защиты лучше всего подходят не отдельные заповедники, а сети охраняемых территорий, в которых применено экологически ориентированное управление. Экосистема сама по себе не нуждается ни в каком управлении. Регулировать нужно деятельность человека. Во-вторых, за последние тридцать лет проделана огромная работа по изучению китообразных, однако большая часть результатов оказалась похороненной среди неопубликованных отчетов, в мало кому известных журналах, в тезисах конференций. Эта книга, в которой перечислены основные детали всех существующих и предлагаемых морских охраняемых территорий для китообразных, должна помочь местным защитникам природы установить связи с существующими сетями исследователей. А в-третьих, китообразные, благодаря своему значению для образования, науки и экономики, равно как и со своей потребнос-

Эрих Хойт.  
Морские охраняемые территории для китов, дельфинов и морских свиней: учебник по защите среды обитания китообразных. Лондон, Earthscan, 2004

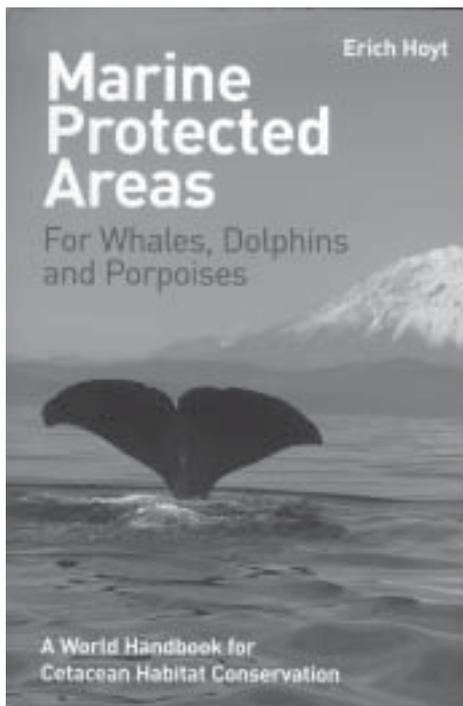
тью в больших территориях, могут оказаться краеугольным камнем комплексной защиты всех обитателей океана». А о том, что все они нуждаются в такой защите, свидетельствует одно-единственное число: 31%. Именно такая доля запасов рыбы в Мировом океане еще не освоена человеком. Остальные 69% либо полностью разработаны, либо восстанавливаются с крайне малой скоростью.

Основная часть книги Хойта (а именно 365 страниц) представляет собой описание морских охраняемых территорий в выделенных им 18 районах Мирового океана. В остальных главах автор рассуждает о том, как следует управлять охраняемой территорией, чтобы соблюсти интересы людей и животных, как создавать такие территории для защиты китообразных и зачем, собственно, это нужно делать. Между прочим, согласно приведенным в книге оценкам, доходы от наблюдений за китами (а в мире на такие экскурсии ежегодно выезжают десятки миллионов человек), сопоставимы с доходами от прочих видов деятельности человека на тех же участках морей и океанов. Правда, денежки в этом случае достаются не рыбным магнатам или нефтегазовым олигар-

хам, а местным жителям и столичным туроператорам.

Конечно же лучше самому прочитать эту увлекательную книжку, которую можно купить через Интернет (см. [www.cetaceanhabitat.org](http://www.cetaceanhabitat.org)), однако мы не будем себя удерживать от искушения пересказать фрагмент о том, как сам факт создания морской охраняемой территории способен спасти китов от хищных appetитов человека, тем более что история, случившаяся у берегов Мексики, очень похожа на ту, что разворачивается на наших глазах у Сахалина.

Все началось с того, что указом мексиканского президента посередине полуострова Калифорния, точнее, в лагуне Охо-де-Либре в 1971 году был создан заповедник Эль-Вискайно — первый в мире предназначенный для спасения почти уничтоженных серых китов. Именно в этой лагуне они рожают и выращивают своих детенышей (прямо как в восточносахалинской лагуне Пильтун). Однако мелководные лагуны полуострова приглянулись компании «Мицубиси» для добычи соли (равно как и сахалинский шельф — международным группам нефтяников). Они стали добываться от мексиканского правительства разрешения на расширение производства, в том числе и в китовом «родильном доме».



КНИГИ

«Возможно, в другое время и в другой стране это расширение прошло бы без сучка и задоринки. Не исключено, что и в Мексике было бы так же, однако там начались акции массового протеста. Мексиканская «Группа ста», вместе с международными организациями по охране природы и учеными развернули бурную деятельность — и «Мицубиси» отступила! После этого заповедник Эль-Вискайно стал значительно мощнее, чем был до конфликта. В 1979 году к нему присоединилась лагуна Сан-Игнасио, и в ней запрещена любая производственная деятельность. В 1988 году заповедник вошел в программу ЮНЕСКО «Человек и биосфера», а в 1993 году получил статус объекта мирового наследия. Эль-Вискайно конечно же не «бумажная» охраняемая зона. Но даже если зона существует на «бумаге», это лучше, чем отсутствие статуса», — пишет Эрих Хойт.

А вот на Сахалине усилия защитников природы по созданию морской охраняемой территории у лагуны Пильтун успехом пока не увенчались, и последняя сотня китов, сохранившаяся в Охотском море, сильно страдает от энергичного освоения сахалинского шельфа — киты худеют и почти совсем не размножаются. Что же касается чукотско-калифорнийского стада, то оно благодаря запрету 1947 года на промысел и создание зон защиты спасено от вымирания: этих китов биологи уже считают не десятками, а тысячами.

**П. Данилов**

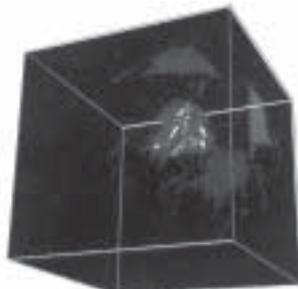




## МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

### Углеродное сердце

Материаловеды из Зеленограда предлагают сделать новый искусственный клапан сердца. У него будет три створки, а в качестве материала выбран прочный и инертный пиро-литический углерод, или углеситалл (4222.g23@g23.relcom.ru).



Порок клапана сердца — одна из наиболее часто случающихся болезней сердца, когда клапан открывается или закрывается не так, как нужно. Как правило, для лечения приходится делать операцию на сердце. По мнению европейских медиков, в год на один миллион человек должно приходиться до одной тысячи операций на открытом сердце, из них 14% — с пересадкой клапана. Стало быть, в нашей стране потребность в искусственных клапанах — более двадцати тысяч в год. А на самом деле таких операций проходит в три раза меньше. Причина, с одной стороны, в том, что не хватает кардиоцентров, а с другой — мала мощность производства клапанов. Импортные же весьма дороги: один клапан, сделанный в США, обходится в 2500 долларов, что в пять раз дороже отечественных.

Дело в том, что ныне искусственные клапаны сердца делают с двумя створками. Многие медики считают, что эта конструкция не самая удачная: разрушается поток крови и возникают высокие касательные напряжения, из-за которых гибнут клетки крови. Это осложнение после операции называется гемоллиз. Кроме того, возможно и другое осложнение — тромбоз. Один из способов улучшить ситуацию — изменить конструкцию клапана, например сделать его с тремя створками из самого (на настоящий момент) биологически совместимого и надежного материала — пиро-литического углерода. В целом новая конструкция обеспечивает сохранение центрального потока крови, время открытия и закрытия весьма близко к циклу естественного клапана сердца человека, а перепад давления, который нужен для этого, не превышает 5 мм рт. ст.

«Подобные трехстворчатые клапаны пока что никто не делает, однако работы над новой конструкцией ведутся, — рассказывает директор зеленоградского ЗАО «Три Карбон», кандидат технических наук А.Агафонов. — Например, два года назад на конгрессе по протезированию клапанов сердца в Париже наши немецкие

коллеги из компании «Triflo med» рассказывали, что эксперименты с таким клапаном на животных показали его высокую эффективность. Опыты, которые ученые из Института точной механики РАН проводили с макетом

нашего трехстворчатого клапана, тоже свидетельствуют о том, что при его использовании число опасных осложнений — тромбоза и гемолиза — снижается вдвое. Самое главное, что материал для клапана — пиро-литический углерод — делает наше предприятие, поэтому у наших специалистов большой опыт работы с ним. Себестоимость нового клапана составит 700 долларов, а продавать его будет около 1000 — в два с половиной раза дешевле американских клапанов».

## ТЕХНОЛОГИИ

### Черное на черном

Упростить производство микросхем можно с помощью так называемой «сухой» нанолитографии — утверждают ученые из Физико-технического институт им. А.Ф.Иоффе (Санкт-Петербург). Информация об этой разработке размещена на сайте МНТЦ в разделе перспективных технологий (gordeev@mail.ioffe.ru).

В основе метода — необычные свойства фуллеренов, которые можно использовать в нанолитографии. Фуллерены давно уже не экзотика, и получать их разновидности люди научились десятками, а то и сотнями килограммов. Если на какую-нибудь поверхность напылить слой фуллеренов, получится так называемый фуллерит — кристалл из фуллеренов. Аккуратно нагревая эту поверхность, можно добиться, чтобы почти все фуллерены с нее испарились. Но если воздействовать на слой фуллерита пучком, например, электронов, то в этом месте фуллерены можно разрушить, превратить их в аморфный углерод, в котором атомы расположены кое-как, без всякого порядка. При нагревании, когда фуллерены улетают, этот аморфный углерод остается на поверхности, как приваренный. Для микросхемы углеродные струк-

туры — это потенциальные квантовые проволоки, затворы полевых транзисторов и другие электронные элементы. Ведь такой углерод способен проводить электрический ток.

Санкт-петербургские физики предложили использовать фуллериты в качестве резиста — того самого слоя материала, который наносят на подложку и на котором с помощью нанозонда, то есть острофокусированного пучка электронов, создают изображение элементов будущей микросхемы. Ученые выяснили параметры процесса, в ходе которого можно заставить часть углерода с заготовки улететь, а часть остаться.

Вот такие превращения углерода предлагают использовать авторы в микроэлектронике. Пока — для производства микрочипов, скажем, сотовых телефонов. В будущем — для сверхмалых и сверхпроизводительных процессоров, поскольку такой подход позволяет получить разрешение, то есть минимальную ширину элемента, всего в несколько нанометров.

## ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

### Картофельная вакцина

В то время как новосибирские ученые испытывают на животных вакцинные свойства трансгенных томатов, в Подмоскovie подрастает картошечка, синтезирующая антиген вируса гепатита В. Ученые из Московской медицинской академии им. И.М.Сеченова, филиала Института биоорганической химии им. М.М.Шемякина и Ю.А.Овчинникова РАН, НПК «Комбиотех» и Академии медико-технических наук считают, что трансгенный картофель можно будет использовать для промышленного получения антивирусной вакцины (buryanov@fibkh.serpukhov.su).

Антиген — это чужеродный белок. Когда он попадает в организм, то клетки иммунной системы вырабатывают против него защитные белки-антитела — действующее начало любой вакцины. При вакцинировании возникает приобретенный иммунитет, который подготавливает организм к потенциальной встрече с возбудителем болезни. У создателей любой вакцины возникает вопрос об источнике



антигена. Во многих случаях нужный белок удобнее получать генно-инженерным путем, для этого в микроорганизм или растение вставляют ген — производитель белка. С помощью трансгенных растений получать вакцины дешевле и безопаснее, чем посредством бактерий. Нужные гены осуществляют в растительных клетках полноценный синтез целевых белков — антигенов, способных вызывать иммунный ответ. При этом растения хороши тем, что не содержат вирусов, опасных для млекопитающих. Одним из перспективных кандидатов на роль «биофармацевтической фабрики» для получения вакцины против вирусного гепатита В могут стать растения картофеля. С ними экспериментируют ученые многих стран, но коммерческих вакцин на основе трансгенных растений пока нет.

Московские ученые собрали две генно-инженерных конструкции — два вектора, содержащих ген белка оболочки вируса гепатита В HBsAg, заразили ими кусочки картофельных листьев и из этих листьев получили трансгенные растения картофеля. Один вектор обеспечивал синтез антигена только в клубнях картофеля, и более нигде. Но более эффективным оказался другой вектор. У него не было тканевой специфичности: антиген синтезировали клетки не только клубней, но и листьев, и мини-клубней. Это, впрочем, не важно, поскольку в клубнях, откуда удобнее выделять белок, его продукция была достаточно велика и достигала 1 мкг/г массы клубня. Результат вполне сопоставим с количеством белка, которое получали в других лабораториях мира, так что отечественный картофель ничем не хуже зарубежного.

Исследователи не планировали получать вакцину по принципу «съел пюре и забыл про гепатит». С помощью метода гель-фильтрации они выделили из растения очищенный концентрированный



препарат антигена. Ученые надеются, что вирусный белок, наработанный трансгенными растениями картофеля, можно будет использовать в качестве сырья для получения вакцины против вируса гепатита В.

## экология

### Хозяевам жизни не до размножения

*Со школьной скамьи мы усвоили, что в каждом сообществе животных, равно как и людей, есть лидер. Его первенство неоспоримо, поэтому он может обладать любой особой противоположного пола. Однако руководящая роль в большом сообществе не всегда подразумевает активную половую жизнь. Исследование всех этих обстоятельств поддерживает РФФИ (ferda@bk.ru).*

Сотрудник Института проблем экологии и эволюции РАН А.А.Захаров много лет посвятил изучению общественных отношений у животных. Он убежден, что для развитого сообщества животных характерно разделение функций: одни руководят, другие работают. Размножение, между прочим, тоже работа, которую не всегда удается совмещать с руководством большим и сложным социумом.

В жизни животных постоянно присутствуют два фактора: собственность и разделение функций. Оба эти явления хорошо известны любому зоологу. «Одинокое» животное просто вынуждено стать собственником кормового участка, гнезда, самки, только тогда оно сможет думать о продолжении рода. Помимо размножения и воспитания потомства, собственник занят и хозяйственной деятельностью: охраной территории, поддержанием жилища, добычей пропитания. Когда несколько взрослых животных объединяются в сообщество, ситуация меняется. Территория семьи становится общим владением всех ее членов, будь то колония бобров, колония ткачиков или муравейник. Один индивид принимает на себя основные заботы по охране жизненного пространства и обеспечению в нем порядка. Это доминант, который выполняет функцию хозяина, все остальные — подчиненные члены группировки. Таким образом, возникновение доминирования, иерархии и есть первое разделение функций членов сообщества.

Обитание в социальной группе дает ее участникам ряд несомненных преимуществ. Они легче получают доступ к пище, лучше защищены и реже погибают, чем при одиночном образе жизни. Эти выгоды компенсируют подчиненное

положение каждой особи. Поэтому сложившуюся социальную иерархию поддерживают не столько «верхи», сколько «низы», тем более что у каждого есть возможность однажды стать лидером, а стать им хотят все.

Традиционно принято оценивать доминирование через репродуктивный успех. Считается, что глава сообщества обладает преимущественным правом на всех самок, а молодежи приходится подавлять желания и ждать своей очереди. Но это не так. Нельзя хорошо делать несколько дел одновременно и быть лидером во всем. Доминирование — сама по себе функция организационная, а не репродуктивная. Она дает лидеру определенные преимущества при выборе партнера и в частоте спаривания, но воспользоваться этим можно только в небольшом сообществе. Глава большой общины просто не имеет возможности совмещать интенсивную руководящую деятельность со столь же активным размножением. У обезьян вожаками бывают старые и трав-



мированные самцы, которые занимают свой пост по многу лет. В муравейниках командуют рабочие муравьи «внешней службы», разведчики и фуражиры, которые, как известно, вообще не принимают участия в размножении. Однако именно они распоряжаются в экстренных ситуациях, даже если ЧП произошло внутри муравейника, контролируют режим питания и размножения в муравейнике, регулируют соотношение самцов и самок, а также численность плодовых самок. Та же, кого принято называть царицей, мечет яйца и ничего не решает. Почему же всякий солдат мечтает стать генералом, если эта должность сулит больше хлопот, чем удовольствий? Да потому, что это престижно!

По мнению А.Захарова, в хорошо развитом животном сообществе существует постоянная специализация взрослых особей. Член сообщества может сделать карьеру и, переходя с должности на должность, дорасти до лидера. Тем не менее доминирование в социуме не равносильно руководству гаремом. По-настоящему социальных видов на Земле немного. На сегодняшний день к ним относят общественных насекомых (некоторые виды муравьев, пчел, шмелей и термитов), весьма своеобразных грызунов — голых землекопов и человека. Хотя соотношение положения в обществе, успеха у противоположного пола и способности к размножению у людей исследуют специалисты другого профиля.

# Гуго Ласэв и Мишель Жуве

Гуго Ласэв — гениальный французский ученый XVIII века. Выходец из простой семьи, он сумел получить медицинское образование и служил хирургом в армии короля Людовика XV. После ранения, полученного на войне против прусского короля Фридриха II, Ласэв вышел в отставку и поселился в имении своей жены-аристократки, в замке Булинье в местечке Домбы под Лионом. Философ и натуралист, страстный любитель живой природы, Ласэв был лично знаком и переписывался с величайшими умами своего времени — Вольтером, Дидро, Фридрихом II. Он был активным участником Лионского общества вольнодумцев, существовавшего под невинным названием «Кружок любителей природы», где материалисты и атеисты вели бурные философские дискуссии.

Особый интерес испытывал Ласэв к загадке сна и сновидений. Однажды он решил коллекционировать свои сновидения, записывая их тотчас при пробуждении, и через шесть лет, анализируя полторы тысячи своих снов, обнаружил, что некоторые картины и сюжеты время от времени повторяются, подчиняясь строгой математической закономерности.

Своим открытием Ласэв поделился с великим натуралистом, академиком Шарлем Бонне из Женевы. Однако Бонне, обладатель трезвого критического ума, заявил Ласэву, что субъективных наблюдений одного исследователя недостаточно, научный подход требует более систематических и объективных изысканий.

Ласэв последовал его совету и в течение ряда лет изучал внешние проявления сна и сновидений у людей и животных. Феноменальная наблюдательность и необычайная, чисто аристотелевская способность логически мыслить позволили Ласэву вместе с его юной ассистенткой и возлюбленной, очаровательной Беатрисой Монтье, располагая лишь примитивными механическими и оптическими приборами, совершить все те открытия, которые составляют гордость нейрофизиологии второй половины XX века! Он догадался о существовании в мозгу центра сна, о наличии в организме особых веществ, регулирующих сон, сформулировал гипотезу о функции сновидений.

Однажды Ласэву представилась возможность принять участие в экспедиции Лаперуза к далеким островам Рюкю в западной части Тихого океана. Во время этого путешествия он бесследно исчез. К счастью, спустя 200 лет дневники Ласэва были случайно найдены в сундуке, купленном на распродаже антикварных изделий, и послужили основой романа «Замок снов».

Раскроем читателю секрет: все вышеизложенное — литературная мистификация, вымысел автора романа Мишеля Жуве (см.: В.М.Ковальзон. Я вижу сны — значит, я существую!, «Химия и жизнь», 2000, № 1). Профессор Жуве — гордость Франции, один из крупнейших ее ученых, член Национальной академии наук, лауреат многих национальных и международных научных премий.

Жуве применил литературный прием «ретроспективной фантастики»: он перенес свое второе «я» на двести лет назад, погрузил его в гущу необыкновенных приключений, колоритнейших персонажей и в конце концов снабдил всеми теми знаниями, которыми обладает сам! Дело в том, что Жуве — крупнейший специалист по физиологии сна, которому современная наука о сне («сомнология», «гипнология», или «онейрология») обязана большей частью своих поразительных открытий. Жуве — личность почти легендарная, и его собственная жизнь также была насыщенной событиями. Он родился в 1928 году недалеко от Лиона (в тех местах, где происходит действие романа). Его отец был врачом, но интеллект и уровень знаний этого человека намного превышал «среднемедицинский». А безвременно умерший брат Жуве был самым блестящим из молодых физиков-теоретиков Франции...

Во время Второй мировой войны Мишеля Жуве, тогда студента-медика, призвали в армию, он воевал под Страсбургом, был ранен. В период оккупации ушел в маки, партизанил в горах недалеко от Лиона. Имеет боевые награды. После войны Жуве закончил учебу во Франции и аспирантуру в США, в лаборатории крупнейшего нейрофизиолога Гораса Мэггуна. Затем вернулся во Францию, в родной Лион, на кафедру экспериментальной медицины Университета имени Клода Бернара, которую вскоре и возглавил, и оставался на этом посту более 30 лет, вплоть до своей отставки в 1995 году.

Жуве одним из первых в конце 50-х годов регистрировал электрофизиологические проявления парадоксального сна (быстрого сна, сна со сновидениями) у кошки. Справедливости ради следует отметить, что за несколько лет до него эти феномены у человека и кошки описали американские авторы — крупнейший специалист по проблеме сна Натаниэль Клейтман (кстати, выходец из России — он родился в Кишиневе) и его аспиранты Юджин Азеринский и Билл Демент. Однако по-настоящему понял, что именно было открыто, и создал новую парадигму именно Жуве. Парадоксальный сон (этот термин также принадлежит ему) — не классический сон и не бодрствование, а особое, третье состояние организма, характеризующееся парадоксальным сочетанием активности мозга и расслабления мышц: как бы активное бодрствование, направленное внутрь.

В 60-е годы Жуве внес громадный вклад в физиологию сна. Он превратил кафедру экспериментальной медицины, которой в свое время руководил сам великий Клод Бернар, в один из крупнейших в мире Институтов по экспериментальному и клиническому изучению сна. Им и его сотрудниками была изучена вся феноменология сна, его анатомическая основа, нейрофизиологические, биохимические, онто- и филогенетические аспекты. В числе экспериментальных открытий Жуве были и



совершенно фантастические, достойные Гуго Ласэва, — например, кошка, демонстрирующая свои сновидения (см. об этом: Эдриан Р. Моррисон. В мире науки. М.: Мир, 1983. № 6). Нашим ученым его фамилия известна главным образом как автора методики «стресса по Жуве»: подопытное животное (мышь, крысу или кошку) помещают на небольшой островок, окруженный водой. Во время парадоксального сна происходит полное мышечное расслабление, и животное сваливается в воду. Пребывание на островке в течение нескольких суток вызывает почти полное подавление парадоксального сна, а также значительное снижение медленного сна и сильный стресс у животного.

Роман Мишеля Жуве «Замок снов» — фантастическое, историческое, философское, приключенческое и научно-популярное произведение. Это уникальное явление мировой литературы нашло достойный

# Замок снов

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

## Дух сновидений

ОКтябрь 1782.

Когда в 1765 году я ездил в Берлин, то встретил в Гейдельберге некоего Белу Габора. Это был венгр, который разъезжал по всей Европе в поисках различных видов фосфора. Помню еще нашу долгую дискуссию в студенческом Bierstube. Габор рассказал мне об открытии Хенсинга, который в 1719 году показал, что мозг содержит фосфор. Этот венгр, ученик Хомберга, полагал, что мозговой фосфор является двигателем животных духов. Я объяснил ему, что интересуюсь мозгом только постольку, поскольку это имеет отношение к запоминанию сновидений. Пиво подогрело нас, я воодушевлял Габора продолжить исследования фосфора и дал ему свой адрес в Вилларе, чтобы он мог мне сообщить о результатах.

Три месяца назад я получил от него письмо следующего содержания:

*«Сударь мой, вы, конечно, уже забыли наш разговор в Bierstube в Гейдельберге восемнадцать лет назад, но я смею надеяться, что вы вспомните об одном ученом — венгерском химике, который докучал вам своей навязчивой идеей: поиском следов присутствия фосфора в мозге. Эта тайна, похоже, близится к своему разрешению. Зная секреты моего учителя Хомберга, я действительно смог разработать методику, позволяющую выделить небольшие количества фосфора из мозга. Во время моего нынешнего пребывания в Берлине я случайно услышал о замечательных результатах, которые вы получили при изучении запомнившихся снов. Я также слышал от нашего общего друга господина Шарля Бонне из Женевы и от господина фон Галлера из Берна, что вы проводите опыты на кроликах в поисках механизмов сновидений. Эта ваша цель, сударь, — самая благородная и великая, которая только может быть у натуралиста. Если познание мозга находится еще в зачаточном состоянии, то лишь потому, что химики недостаточно общаются с натуралистами. Осмелюсь ли я высказать мнение, что это результат некоторого остракизма со стороны наблюдателей природы, который зачастую отбрасывает химиков обратно к своим ретортам? Я уверен, сударь, что перегонка, или ферментация, мозгов, выполненная по нашему способу, принесла бы значительную пользу для науки о мозге, а еще большую — для науки о сновидениях. Наконец, я являюсь, смею надеяться, сударь, одним из крупнейших специалистов в этой области, так как обучался у самого господина Хомберга, который не оставил других учеников.*

*Разного рода дела потребовали моей поездки во Францию, затем я еду в Италию и хотел бы вновь поговорить с вами о своих планах. Могу ли я в этой связи иметь счастье нанести вам визит? Я уверен, что встреча с одним из величайших знатоков тайн мозга и сновидений позволит мне лучше спланировать те химические опыты, которыми я собираюсь заняться.*

*Остаюсь, мой господин, и проч.»*

Я тотчас же ответил этому ученому, что мне приятно с ним увидеться и я буду весьма рад принять его в своем замке, где

Отрывок из романа. Публикуется в сокращении.



Художник С. Дергачев

отклик у читающей публики: в 1992 году весь первый тираж во Франции был распродан за несколько дней, книга получила одну из высших национальных литературных наград — премию имени Блеза Паскаля, присуждаемую за произведения в области «философии науки». Книга переведена на десяток иностранных языков.

В нижеследующих отрывках из дневников Гуго Ласэва рассказывается о том, как он вместе с венгерским химиком Габором пытался выделить «вещество сна» из мозга подопытных животных — задача, оказавшаяся не по зубам и современной нейрoхимии.

В 2004 году Жуве опубликовал новый увлекательный роман — «Похитители снов», действие которого происходит уже в наши дни.

Доктор биологических наук  
**В.М.Ковальзон**



он может оставаться столько, сколько пожелает. Я также добавил, что, будучи абсолютно несведущим в новой науке химии, все же полагаю, что она способна найти адекватный ответ на вопросы, которые ставлю перед собой касательно природы гуморов, выделяемых сновидениями.

Вот почему месяц тому назад в дилижансе из Виллара приехал господин Бела Габор. В моей памяти он запечатлелся как мужчина в расцвете сил. И я с удивлением увидел восьмидесятилетнего седого старца, но его увлеченность, темперамент и энтузиазм оставались прежними.

Бела Габор, багаж которого был весьма скромнен, устроился в замке. Не откладывая дела в долгий ящик, я объяснил ему, чего ожидаю от химии. Передачу сновидений от матери к плоду невозможно объяснить животными духами. Тут необходима связь между мозгом матери и плодом через какие-то гуморы. Можно ли с помощью химии определить фактор сновидений в крови? С другой стороны, можно ли с помощью химии распознать некий неуловимый дух, который имеется у нормальных кроликов, видящих сны, но отсутствует у кроликов, экспериментально лишенных сновидений, или у птиц, которые вовсе не видят снов? Наконец, я вообразил, что если фосфор — двигатель животных духов, как полагает Габор, то тогда это таинственное вещество может быть ответственным за фосфоресцирующие образы, возникающие в сновидениях.

— На первый вопрос, — сказал наш химик, — я ответить не могу, так как речь идет о человеке, а никто не посмеет ставить какие-то опыты на людях. Что касается вашего второго вопроса, то я думаю, что наша наука может ответить на вопрос, существует ли некий неуловимый дух, ответственный за протекание сновидений у кролика, или же он испаряется. Мы располагаем двумя методами, которыми обязаны моему учителю Хомбергу: вначале надо отделить летучие начала с помощью перегонки, это очень легко. Затем с помощью длительных последовательных перегонок, а может, с помощью брожения, выделить из оставшейся смеси отдельные компоненты, содержащие различные соединения фосфора. В конце концов у нас в руках окажутся два продукта, летучее начало и маслянистый остаток, в одном из которых может находиться дух сновидений. Наконец, мы попробуем выделить фосфор из мозга, чтобы увидеть, имеется ли он у ваших кроликов, видящих сны, и отсутствует ли он у кур.

Я, надо сказать, от всего этого многого не ждал, однако мой интерес все же возобладал над сомнениями. Мы с Ченом поехали в Лион, раздобыли реторты и перегонные аппараты. Я ему велел сложить из домбского кирпича прямо в зале печь с надстройкой в виде башенки, или бельведера. За месяц Бела Габор вызвал у меня такую страсть к химическим опытам, что я просто сгорал от нетерпения, и мне казалось, что я уже вижу несколько капель духа сновидений на дне реторты!

Наконец, подготовка нашей химической лаборатории была завершена, и ясным октябрьским утром мы начали опыты. Мы взяли четыре головы кроликов, подвергнутых лишению сновидений в течение трех суток нашим методом «растревоживания» — помещением их клеток внутрь кольцеобразной вольеры с хищниками (лисами, куницами, хорьками), четыре головы кроликов, видевших сны, поскольку они оставались в своих обычных клетках и спали, сколько хотели, и двадцать куриных голов. Мы сняли кожу, удалили наружные ткани и обнажили черепа, а затем извлекли каждый мозг целиком. Затем поместили три группы мозгов в три большие стеклянные реторты, оказавшиеся заполненными наполовину. Реторты установили на печь с бельведером и приладили к ним большой стеклянный сосуд, тщательно изолировав все соединения.

Затем мы разожгли под ретортами древесный уголь, чтобы на медленном огне перегнать по капле жидкую фракцию моз-

га. Однако через пять часов пришлось увеличить пламя до максимума. Лишь тогда появились белые хлопья, заполнившие приемные сосуды, затем черный маслянистый остаток и, наконец, летучая соль, осевшая на стенках.

Мы дождались, пока огонь погаснет, и, когда реторты остыли, сняли остатки и разделили их. В приемных сосудах оказалось много отгона, летучей соли и черного вонючего масла. Потряхивая сосуды, мы растворили летучую соль, осевшую на стенках, затем перелили эту жидкость через воронку с фильтровальной бумагой в стеклянный перегонный куб. Дух сновидений был отфильтрован. Черное зловонное масло мы перелили в бутылочку. Очевидно, оно может содержать не вещества самих сновидений, слишком летучие, но, например, те вещества сна, которые сковывают животные духи.

Мы еще раз перегнали жидкость, содержащую летучую соль, приладив к перегонному кубу колпак и приемный сосуд, и таким образом очистили ее еще наполовину. К концу этих операций мы получили дух из мозга кроликов, видевших сны, кроликов, лишенных снов, и кур, не видящих снов, каждый в двух бутылках с хорошо притертыми пробками.

Я уже собирался было прекратить наши опыты на этом этапе, но Габору удалось убедить меня, что масло также может содержать дух сновидений. Так что на следующий день мы продолжили нашу работу с этим маслянистым остатком из ткани мозга, черным и вонючим до рвоты. На наше счастье, дул сильный восточный ветер, нагонявший на Домбы серые облака, так что мы распахнули все двери и окна в химическом зале. Для очистки масла нам пришлось эту одну-единственную фракцию перегонять пятнадцать — двадцать раз, используя всякий раз новую стеклянную реторту и свежий приемный сосуд. (...)

Наступила ночь, ветер стих. Вонь из реторт стала чувствоваться даже в парке. Я-то рассчитывал, что запахи будут подниматься, а не опускаться. Неожиданно мы услышали во дворе цоканье копыт, лай собак и стук колес нашего экипажа. Зашла Мария, чтобы сообщить мне, что госпожа уехала, а Чен протянул письмо:

*«Друг мой, я терпела все: ваши безумные опыты, всех этих животных, блох, этих ваших жутких типов, ваши исчезновения по ночам, даже запах лаванды. Но на этот раз мои страдания от этого чудовищного зловония невыносимы. Вы погибнете и замок вместе с вами! Я навсегда перебираюсь к своей матери. Я буду заниматься ботаникой, продолжу обучение у моего доброго друга де Жюссье. К счастью, растения не видят снов! Пусть Господь дарует Вам момент просветления до того, как станет слишком поздно. Прощайте».*

Это был не первый случай, когда жена меня покидала, и я уже привык к ее отсутствию. Однако на сей раз я был несколько заинтригован упоминанием господина де Жюссье, с которым она собиралась встретиться в Париже; ясно, что ее «добрый друг» собирается, так сказать, «обогащать свою коллекцию новыми редкими видами»... Надо бы попросить Марию еще раз обрызгать лавандовой эссенцией комнаты жены, чтобы уменьшить зловоние, исходящее от маслянистого вещества мозга.

Не обращая ни малейшего внимания на происходящее, старый химик рассказывал:

— В тысяча семьсот шестнадцатом году, в пятнадцатилетнем возрасте, я и познакомился с Хомбергом. Меня рекомендовал ему мой дядюшка, знававший одного офицера, служившего под знаменами герцога Орлеанского, и я был принят к Хомбергу в качестве лаборанта-химика. Он рассказал мне, что знает способ, как заработать много денег, превращая обычную ртуть в чистое серебро. Один человек, пожелавший остаться неизвестным, весьма настойчиво уверял его, что из фекальных масс можно извлечь чистую маслянистую жидкость, без дурного запаха, прозрачную, как вода в фонта-



Мишель  
Жуве

*«Замок снов»  
Булинье  
в местечке  
Домбы  
под Лионом.  
В этой  
большой башне  
Гюго Ласзэв  
проводил свои  
опыты*



## СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

не. И вот эта-то жидкость, утверждал незнакомец, способна превращать ртуть в серебро.

— Да разве такое возможно? — спросил я.

— Не знаю, но Хомберг поверил в это. Мы сняли домишко в окрестностях Парижа, в Шуази, и Хомберг нанял четырех крепких мужиков, молодых и здоровых, которых запер вместе со мной на три месяца. Я должен был следить за тем, чтобы они не ели ничего, кроме лучшего гонесского хлеба, а пили от пуза лучшее шампанское. Тогда-то я и стал разбираться во французских винах. Кстати, ваше здоровье! — воскликнул старик, осушив бокал шато-шалона.

— Я удивлялся тому, — продолжил он, — что количество вещества, выделяемого человеком за один раз, весящее примерно десять — двенадцать унций, после высушивания на водяной бане уменьшалось до одной унции, то есть раз в десять. Я не стану описывать вам в подробностях все операции по очистке, перегонке, фильтрации и выпариванию остатка. Каждый раз мы получали зловонную маслянистую жидкость, которая самовозгоралась в реторте. Наконец, у Хомберга возникла мысль вместо огня применить брожение, так как в ходе ферментации составляющие части смеси мало-помалу отделяются друг от друга. Тогда мы поместили в водяную баню на шесть недель оставшиеся в перегонных кубах восемнадцать унций порошка. Сухой остаток имел чудесный, ароматный запах. Мы перегнали его еще раз. В конце концов мы получили около одной унции белой маслянистой жидкости, которая стала красной, как кровь, в закрытом сосуде. Независимо от того, использовали ли мы белое или красное масло для смешивания с ртутью, ртуть никогда не превращалась в серебро! Наоборот, мы заметили, что эти масла чрезвычайно легко воспламенялись, даже без воздействия какого-нибудь перемещения или постороннего огня. Вот почему Хомберг предложил поместить их в первом ряду фосфоров и в своей работе тысяча семьсот четырнадцатого года, опубликованной в материалах Парижской академии наук, дал описание этих веществ, которые таким вот образом и стали известны. Хенсинг тотчас же использовал метод Хомберга, но его открытие мозгового фосфора было

опубликовано лишь в тысяча семьсот девятнадцатом году.

К утру у нас уже были три склянки с летучими солями и три флакончика с белой маслянистой жидкостью. Она походила на масло Хомберга, так как могла спонтанно воспламениться и становилась розовой в закрытых сосудах. Бела Габор был счастлив: «Это мозговой фосфор! Мы только что открыли фосфор в мозгу кроликов и кур, тогда как Хенсинг смог выделить его лишь из мозга быка!»

Я же был разочарован. Я-то рассчитывал, что фосфор будет присутствовать лишь в мозгу кроликов, но не кур. Мне, таким образом, предстояло расстаться с гипотезой фосфоресцирующих сновидений.

Я решил не дожидаться того момента, когда масло станет совсем красным. И если Габор уже получил результат, которого ожидал, то мне-то не терпелось испытать летучее начало и маслянистое вещество на моих кроликах.

Тогда мы растворили в дождевой воде летучие соли, извлеченные из мозга кроликов, видевших сны, кроликов, лишенных сновидений, и из кур. Затем с помощью клизмы ввели этот раствор трем группам кроликов, по четыре животных в каждой. После этого мы сразу проделали ту же процедуру с бело-розовой маслянистой жидкостью, которую ввели дюжине других кроликов. У нас осталась только четверть флакона, «чтобы было что показать в Римской академии любознательных», — сказал Габор.

Эти двадцать четыре кролика были рассажены в клетки по одному, и мы с Ченом уселись поудобнее, чтобы за ними наблюдать. Старый химик меня покинул. Он хотел спать, и мои результаты его совершенно не интересовали. Похоже, что наука химия, с ее последовательными растворениями и ферментациями, абсолютно не совместима с физиологическим мышлением. Так, он полагал, что кровь кролика слишком холодна для того, чтобы донести эти маслянистые вещества до мозга, и не мог себе представить, что живая природа может перерабатывать такие масла. Для него действующее начало, которое эти смеси в себе заключали, и было квинтэссенцией, неосязаемой сущностью живого. «Как это цель может стать

причиной?» — спросил он меня. После небольшого отдыха он стал собирать свои вещи, поскольку к вечеру намеревался уехать.

Забыв об усталости, я вскоре понял по состоянию кроликов, что маслянистый остаток и выпаренные соли давали различные эффекты. Те двенадцать кроликов, которым ввели масла, почти сразу прекратили жевать траву. Они улеглись на бок, и их дыхание становилось все чаще и чаще, хотя и казалось, что они погрузились в глубокий сон. Первые минут десять я даже думал, что нам удалось выделить снотворное начало. Однако затем я был вынужден признать, что этот сон, столь глубокий, на самом деле — летаргия. Между десятью часами и полуднем я наблюдал последовательную гибель всех двенадцати кроликов.

Совершенно очевидно, подумал я, что введенная доза светлого маслянистого вещества оказалась слишком велика, так как все кролики, которым вводили ее, независимо от того, было ли это вещество из мозга кроликов, которые спали, кроликов, лишенных сновидений, либо же от кур, погибли в один и тот же промежуток времени. Таким образом, я пришел к выводу, что причина смерти заключалась в этом легко воспламеняющемся веществе, мозговом фосфоре.

Легче было наблюдать за теми двенадцатью кроликами, которым ввели летучие соли. Они казались вполне нормальными, и чередование периодов бодрствования и сна было одинаково во всех трех группах. Я надеялся, что мне удастся увидеть более продолжительные периоды сно-видений у тех кроликов, которым ввели летучие вещества, выделенные из мозга кроликов, видящих сны. Однако похоже было, что все происходит наоборот, так как я обратил внимание на большого кролика, получившего вещество от своих собратьев, растревоженных с помощью воздействия хищников: у него упали уши, он распростерся навзничь и демонстрировал длительную фазу сновидений с интенсивными движениями глаз в течение шести минут.

По окончании наблюдения, в шестнадцать часов, я просмотрел свои записи не без некоторой досады:

1) четыре кролика — введение маслянистого остатка из мозга кроликов, видевших сны: все погибли между десятью и двенадцатью часами;

четыре кролика — введение маслянистого остатка из мозга кроликов, подвергнутых пребыванию возле хищников: все погибли между десятью пятнадцатью и одиннадцатью сорока пятью;

четыре кролика — введение маслянистого остатка из мозга кур: все погибли между одиннадцатью тридцатью и двенадцатью сорока пятью;

2) четыре кролика — летучее вещество из мозга кроликов, видевших сны: сорок восемь минут наблюдаемых сновидений;

четыре кролика — летучее вещество из мозга кроликов, подвергнутых пребыванию возле хищников: пятьдесят восемь минут сновидений;

четыре кролика — летучее вещество из мозга кур: пятьдесят две минуты сновидений.

Эти результаты, которые находились в обратном соответствии с моей гипотезе, можно объяснить лишь случайностью, решил я.

Таким образом, в результате этого первого и длительного химического опыта я пришел к заключению, что ни белый маслянистый остаток, ни летучие начала, выделенные из мозга кроликов, видевших сны, не способны вызвать увеличения количества сновидений у кроликов.

Стоит ли продолжать эти опыты? Уж больно дорого они мне обходились, да к тому же наполняли зловонием мои апартаменты. Нужно ли еще раз убедиться в том, что увеличение сновидений, наблюдаемое у кроликов, которым вводили летучие веще-

ства из мозга их собратьев, растревоженных путем помещения перед хищниками, было истинным?..

Я вновь спустился во двор в сопровождении Чена, который уносил трупы моих двенадцати кроликов. Габор курил трубку на солнышке, его багаж стоял рядом, так как мой экипаж должен был вот-вот подъехать, чтобы забрать его и отвезти в Треву, откуда он собирался добраться до Марселя на грузопассажирском судне. Он выбил трубку о каблук.

— Это все масло, м-да, — хмыкнул он, указывая на кроличьи трупы.

— Но почему же? — спросил я. — Это масло не содержит ничего такого, чего уже не было в мозгу. Как это мозг может убить мозг?

— А перегонка? Я уверен, что этот яд — фосфор, и он содержится в мозговых волокнах. Вы когда-нибудь видели, чтобы мозг спонтанно воспламенялся? Мы выделили первопричину, управляющую животными духами, и это — настоящий огонь. А как иначе мозг может разогреть кровь? Взять гипофиз — он ведь покоится в настоящей водяной бане, а как бы это могло быть, если бы в нем не было источника тепла, подобного фосфору? Эта ваша клизма, видно, так разогрела мозг, что он сварился! А ведь я вас предупреждал...

— Но ведь другие кролики в порядке. Летучие вещества...

— Летучие вещества улетучились при дыхании, — перебил меня старик. — Они соединяются с воздухом. Такова их природа. Я не сомневаюсь, что до мозга они не дошли.

— Ладно, тогда что же мы можем сделать? — спросил я его, заподозрив, что старый химик уже получил все, что хотел, и теперь издевается над моими поисками первопричины сновидений.

— Ничего, — ответил старик. — Сновидения нематериальны. Как вы собираетесь их перегонять?

Вот чертов химик!

— Да я вовсе не сновидения хочу перегнать, а мозговые гуморы, которые их заставляют появляться. Почему когда матери снятся сны, то ее плод начинает двигаться? Почему кролик, лишенный сновидений в течение восьми суток, видит сны в два раза больше, чем нормальный? А вдруг эти ваши перегонки и брожения разрушают первопричину, запускающую сновидения?

— Ну тогда превратите его в порошок. Высушите и разотрите не нагревая.

— Но как превратить целый мозг в порошок?

— Зачем же целый мозг. Должен быть какой-то самый важный его участок.

— Может, гипофиз? — спросил Чен, молчавший все это время, так как он с недоверием относился к Габору.

— Следовательно, нужно извлечь гипофизы, высушить их в тени под навесом, но ни в коем случае не на солнце, — сказал он. — Затем растереть их в порошок в ступке. Может, дух сновидений и останется неповрежденным. Например, порошок из толченого рога оленя применяют с тем же успехом, что и дистиллированную вытяжку из оленьей головы, от кровохарканья и разлития желчи!

Я сел на скамейку рядом с Габором и погрузился в размышления. Только и дел — высушить под навесом и растереть в ступке! Похоже, этот Габор заставил меня построить целую химическую лабораторию единственно ради получения мозгового фосфора! Это просто старый хитрец, которому другие натуралисты сумели вежливо отказать. Я решил, что впредь буду осторожнее в любых делах с химиками!

Однако это приключение меня кое-чему научило: любитель природных явлений в наши дни уже не может, размышляя я, обладать универсальными познаниями. Таковые оставлены философам, скрывающим свое невежество туманными рассуждениями. Я смею думать, что в области сновидений моим



познаниям нет равных в Европе и что мое исследование их причин, хоть и бесплодное пока, откроет однажды путь к плодотворным исследованиям. Однако, когда я обратился к «Ученым запискам» Парижской академии наук, мне пришлось признать свое невежество в области математики, физики и химии. Как же дальше развивать мои исследования? Не думаю, что ныне есть такой универсальный ум, вроде Лейбница, который знал бы об устройстве мозга столько, сколько я, но при этом был бы еще и корифеем в математике. Однажды мне довелось беседовать с Бернулли, великим математиком, и я был весьма удивлен его полным невежеством в том, что касается механики мозга. Остается предположить, что познание дробится на множество различных дисциплин. Я понял, что был одурочен моим химиком! А в будущем, размышляя я, кто кого одурочит? В Париже, в кулуарах Академии наук, я встречал одного молодого ученого, пользующегося покровительством королевского двора и приобретшего известность благодаря препарированию суринамского угря. Его познания относительно строения электрических волокон этой рыбы позволили ему разработать теорию мозга, послужившую материалом для огромного *in quarto*. С помощью воображения он построил громадное теоретическое здание, основанное целиком на этой рыбе. Не было ни одной детали в устройстве мозга, которая ускользнула бы от его всепроникающей мысли. В каждой главе он старался удивить профанов. Вывод из его монументального труда был таков, что мозг является вместительным душой! Я видел в сочинениях такого рода большую опасность. Она заключалась в попытках объяснить устройство целого, исходя из ничтожно малого составного элемента, и заставляла читателей образованных, но не осведомленных о сложностях мозговых механизмов, поверить в то, что ключ к функционированию мозга так прост, что может быть запрятан в костях угря!

Но если невозможно начертать схему строения мозга, пользуясь единственно силой воображения на основе понимания лишь одной весьма малой части его, то как тогда это сделать? Очевидно, необходимо объединить усилия зоологов, медиков, натуралистов, химиков и, разумеется, физиков, знатоков новой науки об электричестве, чтобы всем вместе взяться за эту тайну сновидений. Какой может быть форма такого сотрудничества? Кто мог бы стать во главе его? И как следует поступать тому, кто возглавит подобные исследования, чтобы все эти науки не разбрелись в разные стороны в поисках собственных лакомых кусочков? Завидую порядку, царящему в немецких и прусских университетах. Вот в этих странах, уверен, можно создать такое объединение ученых, которое сможет планомерно штурмовать крепость сновидений.

— Господин Габор, а почему вы не попытались выделить свой фосфор в Германии? Ведь лаборатории в Виттенберге и Гессене гораздо лучше оборудованы, чем моя, да и порядка там больше.

Старый химик взял меня за руку:

— Позвольте, сударь мой, такому старику, как я, высказать свое мнение. Я вам бесконечно признателен за то, что вы не посчитались ни со временем, ни с расходами, по отношению ко мне. Вы доставили мне последнюю радость в этом мире, разрешив добыть тот фосфор, о котором я мечтаю уже пятьдесят лет, но, сударь, вы вовсе не знаете, какой вред может нанести немецкий порядок. Действительно, там знаменитые профессора руководят большими группами исследователей, которые подчиняются им *perinde ac cadaver*\*. Взять того же Кункеля в университете Виттенберга — он властвует, как об-

разованный тиран. Никакой истины не может быть вне его доктрины! Вам кажется таким преимуществом, что ученики разрабатывают идеи своего единственного учителя? Но, дорогой мой, если стратег ошибается, потому что оступил или отвергает идеи конкурента, то он приведет свои войска к неминуемому поражению! Повидав множество стран, химиков и лабораторий, я на старости лет пришел к следующим трем выводам: что вовсе не обязательно большие открытия делаются в больших лабораториях, что лучше полагаться на случайность, чем на организованность, и что, следовательно, невозможно заранее организовать и предусмотреть конечную цель любого исследования.

Коляска уже въехала во двор. Старый хитрец Габор, думал я, хочет, чтобы я забыл всю эту авантюру с фосфором, маслами и летучими испарениями. И все-таки он был мне чем-то симпатичен.

— А что вы собираетесь делать с этим вашим фосфором из мозга? — спросил я.

— С вашего позволения, сударь, с нашим фосфором! Я отправляюсь в Болонью, где найду приют у одного из моих племянников. Там я и закончу свою жизнь, под солнцем Италии. Я собираюсь отправить результаты наших работ в Академию любознательных в Риме. Я даже сам туда поеду, чтобы им продемонстрировать, как маслянистое вещество из мозга может воспламениться. Буду вам бесконечно признателен, сударь, если вы согласитесь подписать эту статью вместе со мной.

— Сожалею, что не могу вас попросить о том же, дорогой друг. Мои опыты на кроликах столь неудачны, что не заслуживают и заметки. Может, с порошком гипофиза мне повезет больше!

— Порошок сновидения! Желаю вам успеха, сударь.

Габор разволновался. Мы встали, и он сжал мне руки. Наверное, ему хотелось обнять меня...

— Так помните — сушить в тени, а не на солнце!

Он влез в коляску. В последний раз я увидел его седую шевелюру и руку, протянутую ко мне в прощальном приветствии.

Перед тем как скрыться из глаз, коляска замедлила движение на повороте, пропуская подъехавший дилижанс. Он остановился у моих ворот, и кучер протянул мне посылку.

— Прибыло из Парижа, — сказал он.

Еще какие-то книги, подумал было я, но коробка оказалась слишком легкой. Я поднялся в кабинет и открыл ее. В ней лежало громадное страусиное яйцо, завернутое в зеленую косынку. Яйцо, вскрытое через маленькое отверстие с тупого конца, было пустым. Но из него я извлек надушенное письмо:

«Бонне был-таки прав, яйцам страуса тоже снятся сны... Я скоро к тебе вернусь, и я тебя целую! Беатриса».

Перевод с французского  
В.М.Ковальсона

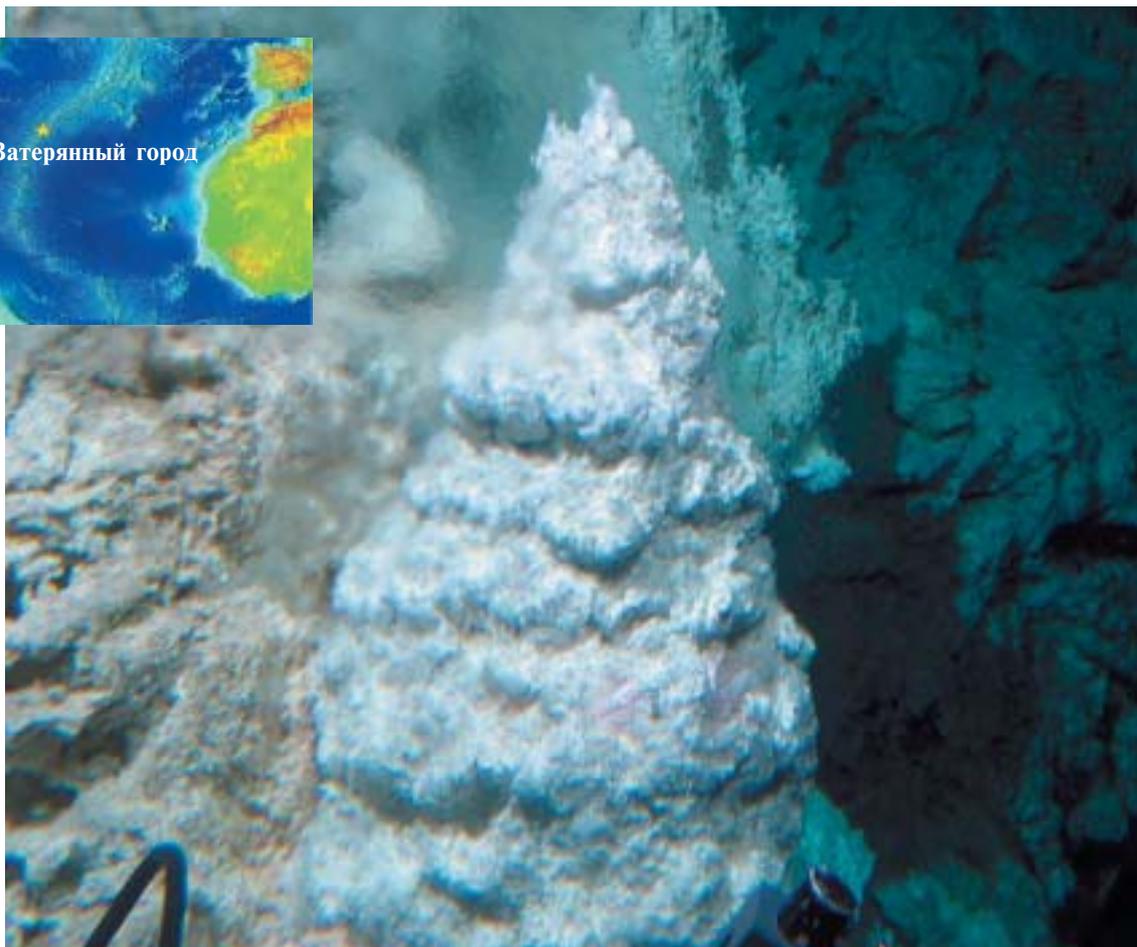
\* *Perinde ac cadaver* — [послушен] подобно трупу (лат.) — слова Игнатия Лойолы.





Затерянный город

Карта участка дна Атлантического океана



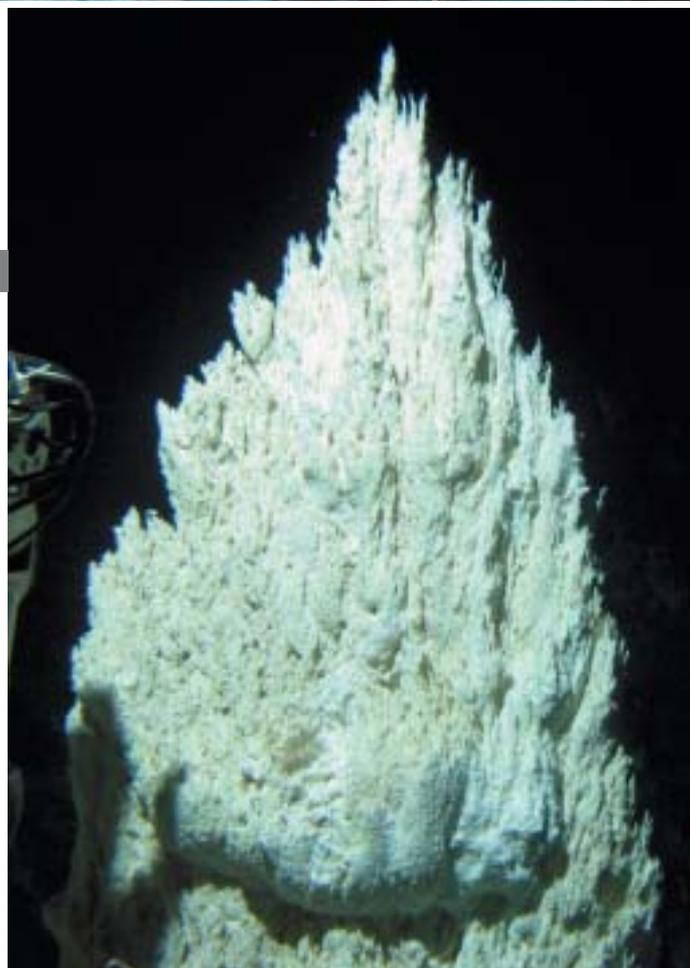
Белая башня с гейзером

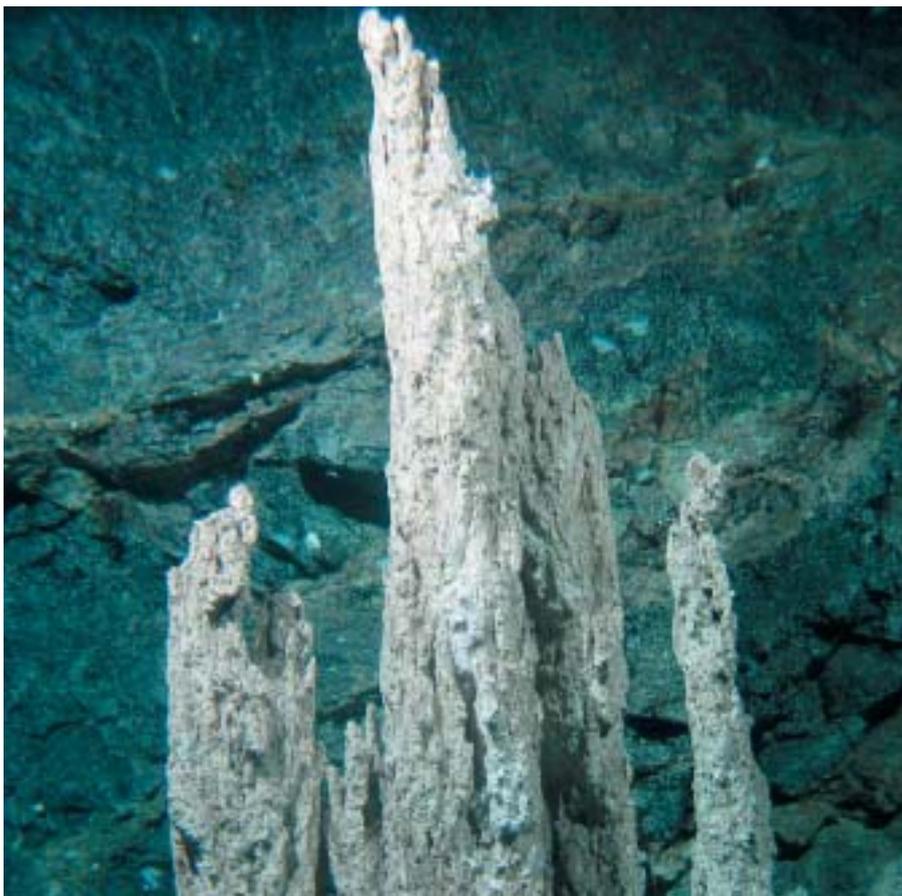
# Содовая ЖИЗНЬ

О том, что микроорганизмы некоторых видов живут в кислоте и при этом неплохо себя чувствуют, мы рассказывали в сентябре 2002 года. Настала пора поведать о существах, живущих в щелочи. А такие условия, с высоким pH, встречаются не так уж и редко. На суше это содовые озера, которые разбросаны по всей планете. Например, в экваториальной Восточной Африке находится озеро Магади. Немало содовых озер лежит и в восточносибирских степях вдоль Енисея (южнее Кызыла), Селенги и Онона. В таких водоемах pH превышает 9, вокруг них нынче трава не растет, и скот из них не пьет — рядом практически нет пастбищ.

Однако, как показали многолетние исследования, которые

проводил академик Г.А.Заварзин с коллегами при поддержке РФФИ, в самих озерах идет бурная жизнь, правда микроскопическая. Более того, микробные сообщества представляют собой сбалансированную трофическую цепь: продукты жизнедеятельности или распада одних служат источником питания для других, а в основании этой пищевой системы находятся фотосинтезирующие цианобактерии. В содовых водоемах есть и более сложные организмы: зеленые одноклеточные водоросли (один из видов выдерживает концентрацию соды 260 г/л) и один вид почвенных водорослей — их присутствие указывает на связь микрофлоры содовых озер с микрофлорой окружающей почвы.





*За долгие тысячелетия башни Потерянного города поднялись на десятки метров над дном океана, а их вершины сильно разветвились*

По мнению исследователей, содовые озера очень точно воспроизводят условия, существовавшие на Земле 3 миллиарда лет назад. А раз в них сейчас существует развитое сообщество микроорганизмов, значит, именно они, а не океан могли быть колыбелью жизни.

Впрочем, свои «содовые озера» встречаются и в океане. В декабре 2000 года американские исследователи, которые изучали подводные хребты Атлантического океана, обнаружили зачарованное место, получившее название Затерянный город. Это площадка размером в три гектара, на которой расположено три десятка белоснежных башен высотой от десяти до семидесяти метров. Башни состоят из чистой карбоната кальция, а созданы они морской водой, которая попадает внутрь земной коры, где взаимодействует с мантией, нагревается и снова выходит сквозь морское дно в виде своеобразных гейзеров.

Помимо карбоната кальция вода гейзеров выносит из глубин Земли лишь метан и

водород. Этим они сильно отличаются от, казалось бы, ближайших родственников — «черных курильщиков», то есть мест, где из дна океана бьют горячие, с температурой в пятьсот градусов, подземные воды. Они насыщены минералами, как правило, сульфидами металлов, а также углекислым газом. При охлаждении сульфиды выпадают из раствора, что и придает воде черный цвет. Именно сульфиды и углекислый газ служат основой богатой жизни в районах «черных курильщиков». Напротив, температура воды в гейзерах Затерянного города невысока — 40–70°C, поэтому окрестности башен не замутнены продуктами конденсации. Казалось бы, в таких условиях — при отсутствии питания и на глубине 700 метров, куда почти не проникает солнечный свет, да еще при pH 9–11 жизнь невозможна. Ан нет, ученые обнаружили на стенах башен множество микроорганизмов. В отличие от своих «черных» собратьев, добывающих пропитание окислением сульфидов металлов или сероводорода, обитатели белых башен пита-



#### ФОТОИНФОРМАЦИЯ

ются метаном, а углерод для строительства своих тел добывают, разлагая карбонат.

Эти микроорганизмы не очень разнообразны — всего два десятка видов. Зато когда ученые, получив в прошлом году деньги от Национального фонда науки США, вернулись в город и повнимательнее пригляделись к воде в окрестностях башен, они обнаружили огромное количество более крупных существ — размером в десяток миллиметров. «Как ни странно, при небольшом числе отдельных особей их видовое разнообразие очень велико, оно даже больше, чем вокруг «черных курильщиков». Здесь, правда, нет ни креветок, ни вестиментиферов, лишь изредка встречаются крабы,

кораллы и рыбы, однако очень много мелких животных. Как правило, их тела и ракушки прозрачны, поэтому мы и не заметили это разнообразие жизни во время предыдущей экспедиции, — говорит Дебора Килли из Вашингтонского университета. — Я уверена, что Затерянный город не уникален — в океане наверняка много мест, где тепло Земли и морская вода создают подобные белоснежные структуры».

**Н.Резник  
С.Комаров**



# Пенная биотехнология

Пиво в нашей стране любили всегда, но в последние годы оно стало особенно популярно. И причина не только в том, что на рынке появилось множество импортных сортов, но и в том, что отечественные пивовары не отстают от иностранцев и тоже выпускают высококачественный напиток, способный потеснить на прилавке заморские сорта.

По современной номенклатуре отраслей производство пива относят к биотехнологии. Оно включает в себя несколько сложных процессов, тесно связанных между собой, и в каждом приходится строго поддерживать биохимические и физические параметры. Технологи уже не берутся управлять этими превращениями без знания физики, химии, технической микробиологии и других наук.

У пива многовековая история, однако ученые и сегодня много работают над тем, чтобы разгадать механизмы превращений его компонентов и усовершенствовать технологию. В то же время производство пива — дело творческое, оно во многом зависит от состава сырья, условий его переработки, от дрожжей, и в каждом отдельном случае специалист, опираясь на знания и интуицию, подбирает условия, чтобы получить напиток наилучшего качества.

Сейчас основные компоненты пива — ячмень, хмель и вода, однако так было не всегда. Древние китайцы варили пиво из риса, в доколумбовой Америке индейцы баловали себя напитком из кукурузы. Сведения о пиве, сваренном из ячменя, дошли до нас от шумеров. Процесс пивоварения подробно описан на глиняных табличках, которым более пяти тысяч лет. Шумеры знали несколько десятков сортов пива, в том числе горькое ячменное и мягкое, с добавлением меда. В те времена гурманы потягивали напиток через тростниковые трубочки. От шумеров пиво распространилось в Древний Египет, где оно входило в ежедневный рацион строителей пирамид, а оттуда — в Древнюю Грецию и Армению, там его называли «ячменным вином». В IX веке пивоварение стало широко известно и в Киевских, и Новгородских землях.

В X–XVI веках в пиво повсеместно добавляли целебные травы, так что оно получалось лечебным. Однако в 1516

Рисунок Н.Марковой



году баварский герцог Вильгельм IV принял закон о пивном производстве, по которому в пивоварении запрещалось использовать какие-либо компоненты, за исключением солода, хмеля, воды и дрожжей. И вводить такие добавки в пиво перестали.

Солод и хмель не сразу вошли в рецептуру напитка. Готовить солод из зерна первыми начали жители Месопотамии и Египта. А славяне открыли, что в пиво можно добавлять шишки душистой лианы — хмеля, растущего в лесах умеренного пояса, которые придавали напитку неповторимый вкус и аромат. Для этого же использовали и

пряные растения: можжевельник, шалфей, цветки вереска. В Киевской Руси солод, пиво и хмель составляли обязательную часть оброка крестьян за пользование землей.

Сегодня главное зерновое сырье в производстве пива — ячмень. Другие злаки — рис, кукурузу, пшеницу — применяют только как добавки, солод из них не делают. По составу к ячменю очень близка пшеница, однако для солодоращения и пивоварения в целом все-таки больше подходит ячмень. Проращивание ячменя легче регулировать, как сельскохозяйственная культура он менее требователен к кли-



мату и почве, а ячменное пиво вкуснее, чем из любого другого зерна.

В состав ячменя входят химические соединения многих классов. Конечно, главное из них — крахмал, из которого в процессе брожения образуется спирт. Еще в нем есть целлюлоза, гемицеллюлоза, пектиновые вещества, жиры, азотистые вещества (белки и нуклеиновые кислоты), витамины, минеральные вещества и полифенолы. Последние особенно влияют на качество пива. Раньше эти вещества называли таннинами или дубильными веществами, а сейчас общепринято название «полифенолы». Изучать эти соединения стали после того, как выяснили, что они имеют отношение к помутнению пива. Примерно 80% полифенолов вносится в пиво из солода, а остальные 20% — с хмелем. Большинство полифенолов — антоцианогены, они портят цвет пива, снижают стойкость пены, стабильность запаха и вкуса.

**В**сю пивную технологию можно разделить на две большие части: производство солода и приготовление самого пива. Для того чтобы сделать солод, зерно замачивают, и оно прорастает, а затем пророщенное зерно, уже ставшее солодом, высушивают. Ячмень замачивают не только для насыщения влагой, но и чтобы отмыть от остатков пыли, удалить примеси. Проникновение воды в зерно обусловлено различными механизмами. Среди них осмос — избирательная проницаемость мембраны зерна для воды и растворимых веществ, эффект Гиббса–Доннана (большие заряженные частицы — белки и нуклеиновые кислоты — вызывают неравномерное распределение небольших ионов по разные стороны мембраны). Кроме того, вода захватывается органическими макромолекулами зерна, а растворенные вещества переносятся в область большей концентрации при помощи активного транспорта, с затратой энергии.

Размякшие оболочки зерна пропускают воду, зародыш оживает и начинает дышать, поэтому нужно обеспечить ему приток воздуха. Дышащее зерно поглощает кислород, выделяет в окружающую среду тепло, углекислый газ и влагу. При этом оно «худеет», масса его уменьшается за счет расходования сахаров. Если кислорода не хватает, зародыш задыхается и начинается брожение, а бродить ему еще не время. Образуется этиловый спирт, который угнетает прорастание. Процесс брожения очень невыгоден зерну и в энергетическом отношении: чтобы обеспечить себя необходимым количеством энергии, в этом случае нужно израсходовать гораздо больше сахаров, чем при дыхании. Излишние затраты углеводов приводят к потере экстрактивных веществ, а их необходимо сохранить и в дальнейшем отдать «на съедение» дрожжам.

Следующая технологическая операция — проращивание зерна (солодоращение). Можно предположить, что идея использовать солод для изготовления напитка возникла, когда древние люди попытались применить в пищу непригодное, проросшее при плохом хранении зерно, запасенное на зиму. Солодоращение проводят для пробуждения ото сна спящих ферментов, которые превратят нерастворимые вещества зерна в растворимые.

На этом этапе химический состав зерна сильно изменяется. Сильнее всего преобразуется крахмал: ферменты амилазы нарезают его на свободные сахара (мальтозу). Это очень важно, потому что дрожжи не образуют амилазу и не в состоянии справиться с длинной молекулой крахмала, а сбраживают только сахара. Подобные превращения происходят и с веществами других классов. Над этим работает целый комплекс ферментов — цитазы, эстеразы. Белковые соединения при гидролизе протеазами образуют необходимые дрожжам питательные азотистые вещества, что в итоге влияет на вкус, цвет, пенность готового пива и его стабильность при хранении. При этом накапливаются низкомолекулярные, небелковые азотистые вещества, альбумин, глобулин, проламин и глютелин. Усерднее всех над этим трудятся

кислотные протеазы, названные так потому, что они наиболее активны в кислой среде, при  $\text{pH} \gg 3,8$ .

При солодоращении используют разные технологические приемы, направленные сразу на две цели: ускорить процесс и уменьшить потери питательных веществ на развитие ростков и корешков. Для этого в воду добавляют витамины и регуляторы роста, такие, как гибберелловую кислоту, гетероауксин, а также биологически активные вещества, получать которые можно весьма неожиданными способами: из зимних почек бузины, березы, тополя, груши или из зимних сухих шишек сосны. Применяют и физические методы воздействия на зерно — обработку ультразвуком, электрическим полем и даже гамма-лучами.

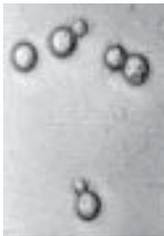
Когда солодоращение заканчивается, солод подсушивают, предварительно удалив ростки, и используют для получения пивного сусла. Хотя стадии приготовления пива одинаковы, каждый его сорт по вкусовым и цветовым характеристикам отличается от другого. Именно в зависимости от свойств применяемого солода пиво бывает светлое или темное. Для темного, например, нужен специальный красящий солод. Карамельный получают обжаркой зеленого солода при температуре 120–80°C, а красящий (жженку) с кофейным вкусом — обжаркой сильно увлажненного солода при температуре до 240°C.

**П**олучив солод, приступают к главному: приготовлению и сбраживанию сусла. В процессе приготовления сусла продолжается более глубокий гидролиз крахмала и белков. Высушенный солод дробят, добавляют воду. При этом ценные для пива соединения (в том числе глюкоза, мальтоза, пентозы, дисахариды, минеральные вещества, например фосфаты, а также аминокислоты пролин, лейцин, фенилаланин, валин) переходят в водный раствор, который фильтрацией отделяют от раздробленного солода. Процентную концентрацию всех этих соединений в сусле вы можете найти на этикетке вашей бутылки вслед за словами «начальная экстрактивность сусла».

Отфильтрованное сусло варят с хмелем. Шишки хмеля (для этого пригодны

только женские неопыленные растения) обогащают сусло специфическими ароматическими и горькими веществами, а варка стерилизует и разрушает ферменты. Изменения горьких кислот хмеля при кипячении сусла — очень сложный процесс, целая цепочка последовательно проходящих реакций. Различают  $\alpha$ -горькие кислоты (гумулон) и  $\beta$ -кислоты (лупулон). Характеристику хмелевой горечи сусла выражает «индекс горечи». В светлое пиво добавляют меньше хмеля, чем в темное, ведь оно должно быть не таким горьким. Кроме того, варка сусла с хмелем усиливает цветность — это связано с окислением полифенолов сусла и карамелизацией сахаров. Усилить окраску можно, если дольше и интенсивнее кипятить сусло с хмелем, а также регулировать кислотность — таким образом усиливают или замедляют окисление. После варки хмель отделяют, и охлажденное сусло подвергают спиртовому брожению.

**В**едущую роль в брожении играют живые организмы — дрожжи. В природе их огромное множество, но не все могут производить достаточно спирта. На это способны дрожжи рода *Saccharomyces* — круглые или овальные клетки размером 5–10 · 5–15 мкм. Как и любой живой организм, дрожжи реагируют на факторы окружающей среды — температуру, наличие тяжелых металлов и на полноценность питания. По внешнему виду клетки можно определить ее физиологическое состояние. Молодые клетки мелкие, старые — крупнее и по форме напоминают цифру «восемь» с неравными кружками. Маленький — молодая клетка-почка, которая затем отделится от материнской и будет жить самостоятельно. Клетки также различаются по количеству содержащихся в них жиров, которые видны под микроскопом в виде капель. Внутри старых клеток капли крупные, в молодых жира может вообще не быть. Хорошо ли дрожжей кормили, видно по их упитанности — содержанию в клетке гликогена, окрашивающегося раствором Люголя в красно-бурый цвет. Если клетки не голодали, то 70–75% из них содержат гликоген. Наиболее активно сбраживают углеводы зрелые клетки.



В пивоварении применяют дрожжи верховые — плавающие на поверхности жидкости в виде плотной пены (такое пиво называют пивом верхового брожения) и дрожжи низовые (пиво низового брожения), оседающие на дно емкости. В нашей стране чаще используют низовые дрожжи, а верховые — в основном для темных сортов пива.

От расы дрожжей во многом зависит вкус, запах и аромат пива. Для того чтобы у пива был неповторимый вкус, культивируют определенные расы дрожжей. Им дают имена: это может быть номер (41), буква (F) или целое слово (Львовская). Работу по их выведению можно отдаленно сравнить с селекцией растений. Изучают технологические свойства дрожжей: с какой скоростью они сбраживают сахара, при какой оптимальной температуре, каков состав образующихся веществ, морфология клеток (размеры и форма). Для каждой расы дается подробное описание, и она бережно хранится в коллекции чистых культур. Микробиологические коллекции есть при пивоваренных заводах и в некоторых научных организациях, занимающихся выделением и описанием новых дрожжей. Задача коллекции — сохранять жизнеспособность выделенной расы и ее чистоту.

Основной продукт спиртового брожения — конечно, этиловый спирт, но в формировании вкуса и аромата ведущую роль играют побочные продукты, такие, как ароматические спирты, эфиры, органические кислоты. И если все пивные дрожжи образуют примерно одинаковое количество спирта, то побочные продукты брожения у всех разные. Высшие спирты — это легколетучие вещества с характерным запахом и вкусом. Из них в пиве больше всего изопропанола. У него весьма неприятный и резкий запах, но, когда его мало, он придает пиву приятный тонкий аромат. Все высшие спирты вместе составляют не что иное, как сивушное масло.

Еще один важный компонент пива — диацетил, он определяет зрелость и качество напитка. Нормальное содержание его колеблется от 0,2 до 0,5 мг/л, а в больших количествах диацетил делает пиво неприятным на вкус. Будут ли дрожжи его синтезировать, связано с количеством кислорода в сусле. Плесневый запах пиву придает ацетоин, горечь во вкусе — 2,3-бутиленгликоль. Незрелый вкус молодого пива связан с присутствием в нем сернистого ангидрида, сероводорода и меркаптанов, для образования которых дрожжи используют серу. Из органических кислот приятный привкус в небольших количествах способна придавать уксусная кислота. Пропионовая, наоборот, дает горечь, масляная и валериановая — неприятный запах пота, мурavinная — резкий вкус. При подборе дрожжей предпочтение отдают тем, которые способны образовывать больше летучих кислот, улучшающих аромат. Однако не всегда способность дрожжей синтезировать много душистых соединений является плюсом.

Здесь можно и перестараться. Эфиры в слишком больших количествах придадут пиву фруктовый, банановый или парфюмерный ароматы, совсем неуместные в благородном напитке.

Для запуска брожения в сусло вносят определенное количество заранее выращенных в стерильных условиях дрожжевых клеток, поддерживают необходимую для жизнедеятельности микроорганизмов температуру, кислотность среды (pH), редокс-потенциал ( $rH_2$ ). Чтобы ускорить брожение, берут больше дрожжей или подогревают сусло. Такие методы имеют как плюсы, так и минусы, поэтому их предварительно опробуют в лабораторных масштабах. Условия, позволяющие получить напиток быстрее без потери его ценных и привычных для потребителя свойств, переносятся на производство.

В последние годы перспективным стало применение иммобилизованных дрожжей, «приклеенных» к субстрату-носителю: целлофану, альгиновым кислотам, капрону, полиэтилену, керамическим бусам. Это тоже ускоряет процесс, поскольку увеличивает площадь контакта клеток со сбраживаемой средой. Кроме того, брожением становится легче управлять, можно наладить непрерывное производство, так как биомассу дрожжей не приходится удалять после каждого цикла — клетки дольше сохраняют жизнеспособность. С такими дрожжами не нужна трудоемкая стерильная стадия предварительного подрачивания клеток.

Когда заканчивается бурное брожение, молодое пиво направляют в отделение дображивания, где его долго выдерживают при пониженной температуре 0–3°C в герметичных емкостях, чтобы не уходил углекислый газ, а кислород не окислял ценные вещества, разрушая вкус и аромат. Во время дображивания дрожжи оседают на дно, увлекая за собой другие крупные частицы, и напиток становится прозрачным. Отделение дрожжей важно с органолептической точки зрения — продукты распада отмерших клеток, переходя в пиво, придадут ему неприятный «дрожжевой» тон. Окислительно-восстановительные процессы в созревающем пиве формируют тонкий, приятный, законченный вкус и аромат напитка. Выделяющийся при брожении диоксид углерода создает избыточное давление (примерно 0,3–0,7 атм), благодаря которому пиво пенится.

Для качества пива пена не менее важна, чем вкус и аромат. Любой знаток скажет, что без хорошей пены и пиво — не пиво. Ее стойкость определяется по времени, за которое она распадается и исчезает. Это связано с явлением поверхностного натяжения. По современным представлениям пена — это дис-

персная система: роль фазы здесь играет углекислый газ, а роль среды — жидкость. Структура такой системы — скрепленные между собой ячейки-пузырьки углекислого газа, покрытые тонкой пленкой поверхностно-активных веществ, главные из которых — белки и хмелевые смолы. Содержание диоксида углерода в готовом пиве находится в пределах 0,35–0,45 массовых процентов. Этот компонент, помимо образования пены, также отвечает за свежесть вкуса и тонирующие свойства. У хорошего бутылочного пива минимальная высота пены — не менее 40 мм, а держится она должна не менее четырех минут. Такому пиву можно поставить «пятёрку». Если же минимальная высота пены 10 мм и держится она менее минуты, пиво получит «двойку» за пенообразование, и никакие другие органолептические показатели, даже высочайшего уровня, его не спасут — с дегустации оно снимается.

Готовое пиво обрабатывают перед розливом в герметично закрытых аппаратах, чтобы предотвратить потерю углекислого газа и окисление кислородом воздуха. В пиво добавляют реагенты, которые не позволяют ему помутнеть, а затем фильтруют. Напиток разливают в тару из специального резервуара-сборника, куда подается углекислый газ. Пиво в транспортной таре должно в течение определенного времени сохранять исходные свойства. Для этого надо предотвратить размножение в напитке дрожжей или других микроорганизмов. Один из технологических приемов для этого — пастеризация, при которой разлитое в бутылки или банки пиво выдерживают в течение 20 минут при температуре 60°C. А можно разливать пиво горячим, при этом оно стерилизуется вместе с тарой. Иногда прибегают к обеспложивающей фильтрации — пиво разливают в стерильную тару через фильтры с порами, не пропускающими микроорганизмы и дрожжи. Попавшие в пиво бактерии могут испортить весь труд пивовара, «обогатив» напиток неуместными ароматами — диацетильным запахом творога, запахами мыла, жира, воска, вареной капусты.

Готовое пиво содержит 2,5–5% экстрактивных веществ. Около 80% из них — это сахара, затем в порядке уменьшения концентрации следуют азотистые вещества (белки высоко- и низкомолекулярные, аминокислоты и аммиачный азот), глицерин, минеральные вещества (соли калия, натрия, фосфора). Горькие (изогумолон), красящие и полифенольные соединения составляют не более 2,5 % от суммы экстрактивных веществ.

Несколько слов нужно сказать и о воде, которая участвует на всех стадиях приготовления, а также используется для технических нужд. Ее химический состав существенно влияет на ход процесса. В прежние времена при проектировании завода и принятии решения о месте его строительства всегда выясняли, есть ли поблизости подходящая по составу вода в необходимом количестве.

Для пива не годится вода с большой жесткостью, обусловленной повышенным содержанием гидрокарбоната кальция и магния. Гидрокарбонаты кальция, вступая в реакцию обменного разложения с фосфатами сырья, переводят их в нерастворимые соединения, тем самым отнимая у дрожжей пищу. При замачивании зерна в воде с высокой жесткостью оно позднее прорастает. Пиво, приготовленное на жесткой воде, оставляет горький вкус, от реакции среды (рН) зависит способность ферментов гидролизовать крахмал и скорость роста дрожжевых клеток. Так, при высоких значениях рН пиво может приобрести мучнистый запах. Кроме того, слабощелочная среда — подходящее местообитание для посторонней микрофлоры. Ионы металлов в воде (железо, медь, цинк, кадмий, алюминий и некоторые другие) снижают стойкость пены и могут вызвать помутнение готового напитка.

Жесткую воду умягчают содово-известняковым раствором, недостаточно чистую — фильтруют через кварцевый песок, обеззараживают хлором. В последние годы пивовары учатся использовать мембраны — способ, хорошо разработанный и описанный в литературе для различных производств. К примеру, ультрафильтрация через мембрану с диаметром пор 10 нм позволяет исправить сразу несколько показателей: снизить жесткость, уменьшить содержание ионов металлов, полностью удалить взвешенные вещества и микрофлору. Однако хорошая природная вода всегда предпочтительней, так как все способы ее доработки существенно увеличивают себестоимость продукции.

Само собой разумеется, что на всех этапах производства — от приема сырья до получения готовой продукции — ведется тщательный технологический контроль. Для этого разработаны и утверждены химические, физические и микробиологические методы. Все производители и контролируемые организации пользуются для определения основных показателей пива едиными методами — это исключает разногласия. Применяют как простые методы «мокрой» химии (титрование), так и сложные аппаратные — хро-



## ЧТО МЫ ПЬЕМ

матографию, спектрометрию. Чем глубже наши знания в области биохимии брожения, тем сложнее становится аппаратура. Сегодня технологи определяют даже те вещества, которые находятся в следовых количествах, но тем не менее тоже влияют на свойства пива. На мощном и богатом пивоваренном заводе эти процессы могут быть максимально автоматизированы. Так, например, для определения влажности зерна широко используют автоматические влагомеры: они взвешивают зерно, быстро высушивают его инфракрасными лучами и производят расчет влажности. Дрожжи перед внесением в сусло тщательно изучают под микроскопом: подсчитывают количество молодых, старых и мертвых клеток, общее их число, контролируют чистоту культуры — следят, чтобы не было других микроорганизмов.

И только одна, наиболее важная оценка качества пива не поддается автоматизации — органолептика. Какой бы сложной и многофункциональной ни была аппаратура для установления состава входящих в пиво веществ, она не может заменить опытного дегустатора. Химический анализ лишь дополняет его оценку. Веществ-маркеров вкуса и аромата, концентрацию которых в напитке можно четко связать с органолептической оценкой, несколько десятков, в то время как общее содержание в пиве различных веществ, определение которых на сегодняшний день аппаратно возможно, измеряется сотнями. Однако концентрации каждого из них не могут воссоздать всю полноту картины, которую чувствуют органы осязания и обоняния. И даже такой сложный прибор, как «искусственный нос», совсем не фантастика, а реально существующее и продаваемое устройство, не заменяет натуральный нос человека.

Вот какой долгий путь проходит пиво — продукт высокой пищевой биотехнологии, прежде чем вы подденете крышечку ключом или дернете за колечко на банке.



# «Полеты души»:

## схема эксперимента



ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ

Я с интересом прочитал статью кандидата биологических наук В.В.Александрова «Женя, дыши!», опубликованную в № 1 «Химии и жизни» за этот год. Хочу сразу сказать, что у меня, как, по-видимому, и у большинства читателей, сами описания «путешествия души вне тела» не вызывают сомнений, то есть это не выдумки, а действительное описание ощущений, которые пережили и запомнили умиравшие или находившиеся под наркозом люди. Постоянно появляются все новые свидетельства, причем совпадающие в деталях. Так,

сравнительно недавно на Санкт-Петербургском радио выступал ветеран Великой Отечественной войны, рассказавший о «путешествии души», которое он пережил во время тяжелой хирургической операции после многочисленных ранений. Однако остается вопрос: что это — иллюзии, механизм возникновения которых вполне убедительно и логично представил автор статьи, или душа все-таки на самом деле может покидать тело?

Мне хотелось бы представить на суд читателей

идею экспериментальной проверки «полета души», или «зрения сверху». Конечно, этот эксперимент может быть осуществлен только при согласии группы врачей-хирургов и реаниматологов. Для проверки необходимо установить в операционной горизонтально расположенную платформу на штоке на высоте два-три метра. На эту платформу нужно положить какой-либо простейший рисунок (крест, круг и т. д.), который пациент и не участвующий в эксперименте медперсонал не будет видеть. (Можно

использовать и повернутый вверх экраном монитор компьютера с изображением какой-либо фигуры.) Если после благополучной операции пациент заявит о том, что он испытывал феномен «зрения сверху» и точно опишет рисунок, то это будет весомым аргументом в пользу возможности существования души вне тела. Понятно, что в противном случае этот эксперимент станет лишь еще одной перевернутой страницей.

Доктор биологических наук **Д.В.Лычаков**,  
lychakov@iephb.ru



**ЗАО «КАТАКОН» предлагает** совместную разработку ЗАО «КАТАКОН», Института катализа им. Г.К.Борескова СО РАН, Института физики полупроводников СО РАН

## АНАЛИЗАТОРЫ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ дисперсных и пористых материалов серии **СОРБОМЕТР**



630090 Новосибирск,  
пр. Академика Лаврентьева, 5, ЗАО «КАТАКОН»  
телефон (3832) 397265, 331084;  
факс (3832) 308766,  
e-mail: catacon@ngs.ru  
www.catacon.ru

Измерение удельной поверхности приборами серии **СОРБОМЕТР** базируется на тепловой десорбции аргона или азота методами БЭТ и STSA. Приборы эффективны для определения текстурных характеристик дисперсных и пористых веществ и материалов в научных исследованиях, в промышленности (контроль качества сырья и готовой продукции), а также в учебных целях. Измерения прибора **СОРБОМЕТР** основаны на одноточечном методе БЭТ, **СОРБОМЕТР-М** — на многоточечных методах БЭТ и STSA. Метод STSA позволяет определить объем микропор образца.

### Технические характеристики приборов

Диапазон измеряемой удельной поверхности ..... 0,1–2000 м<sup>2</sup>/г  
Диапазон относительных парциальных давлений газа-адсорбата ..... 0,03–0,95  
Полная автоматизация цикла адсорбция-десорбция.  
Встроенная в прибор станция подготовки исследуемых образцов к измерениям.  
Управление процессом измерения и обработка результатов с использованием ЭВМ.

**Мы обучаем персонал потребителя работе на приборе, обеспечиваем техническое и методическое сопровождение прибора во время эксплуатации.**

# Advances in Science for Drug Discovery

CHEMISTRY - BIOLOGY - INFORMATICS

July 11 - July 16, 2005

Symposium will be held on River Ship Cruise  
Moscow - Kiji - Valaam - St.Petersburg

## International Organizing & Scientific Committee:

Chairman of the Symposium  
Eugene Vaitberg, CEO, Chembridge Corporation

Chairman of the Chemistry track  
Alex Polinsky, Ph.D., Vice-President, Pfizer

Chairman of the Biology track  
Andrei V. Gudkov, Ph.D., Chairman, Dept. of Molecular Biology,  
The Cleveland Clinic Foundation

Chairman of the Informatics track  
Ruben Abogyan, Ph.D., Professor, The Scripps Research Institute

## Committee Members:

Sergey Alshleyr, Chembridge Corporation,

Eugene V. Koonin, Ph.D., NIH

Andrei Vasil'ev, Dr.Sc., Technical Institute of Organic Chemistry  
Galina Selivanova, Ph.D., Keldysh Institute



Organized by



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

[www.asdd.org](http://www.asdd.org)

e-mail: [asdd@chembridge.ru](mailto:asdd@chembridge.ru)  
tel: 7-000-7780004 ext 11000



Moscow

St.Petersburg

Valaam

Kiji

We would very much appreciate if in support of this unique event you will spread this information to all your Russian speaking friends and colleagues in the US and European scientific community.

# Просто биофак, но в Тель-Авиве

Территория кампуса.  
Многоэтажное здание  
справа — биофак

Тех, кто учился или учится на биологическом факультете, только в Москве, наверное, десятки тысяч. Но таких, как Евгений, все же немного. Он заканчивает первую степень (о том, что это такое, чуть позже) биофака Тель-Авивского университета. В Израиль он уехал в 15 лет, учился в школе-интернате с химико-биологическим уклоном, затем отслужил в армии — и вот поступил и начал учиться. Когда в апреле этого года он приезжал навестить московских родственников, мы встретились с ним, чтобы задать классический вопрос: как оно там? Совсем не так, как у нас, или в чем-то похоже?

*Первое, о чем спрашивает каждый здравомыслящий абитуриент: трудно ли поступить?*

— В Израиле есть несколько государственных университетов, а также несколько частных учебных заведений. Требования к поступающим меняются каждый год, в зависимости от количества людей, которые пытаются поступить: чем больше народу, тем выше уровень, — объясняет Евгений. — Биология — область перспективная, желающих много. Однако не во всех университетах порог одинаково высокий.

Абитуриенту нужно предъявить аттестат об окончании школы (понятное дело, с неплохими оценками) и сдать психометрический тест — трехчасовой экзамен, на котором задают вопросы по основам математики, проверяют знание английского, внимание и память, способность логически мыслить. На решение каждой задачи отводится мало времени, в среднем по минуте. Они в общем несложные, зато их много, так что расслабляться нельзя. По итогам психометрического теста и оценке за аттестат с помощью сложной формулы, которая занимает две строчки, вычисляют итоговый балл. Этот-то балл и определяет, набрали ли вы необходимый минимум.

Обучение в университете состоит из трех степеней, начиная с первой. Что-

бы окончить степень, нужно набрать определенное число так называемых академических единиц. В моем случае, на биофаке университета, первая степень — это 153 единицы. Они начисляются за определенное количество часов по предмету в неделю: скажем, если у меня в неделю четыре часа органической химии, то я получаю за этот курс четыре единицы. Естественно, только после того, как удачно сдам экзамен. Сдают их письменно, обычно по американской системе multiply answers.

Обучение на первой степени, как правило, занимает три года и, окончив ее, получают звание бакалавра. Все начинается с обязательных курсов: математические дисциплины, английский, органическая и неорганическая химия, физика, основные курсы по биологии — они дают основу, на которой можно дальше строить специализацию. Обязательных предметов в первый год много, и на дополнительные времени ни у кого нет. Но с середины второго года студент может выбирать из множества необязательных курсов, какие именно ему посещать. Дополнительные курсы также дают различное количество единиц, главное — чтобы в итоге получилась необходимая сумма. Но нагрузку и специализацию каждый выбирает себе сам. В Тель-Авивском университете нет системы групп,

прикрепленных к кафедрам, где все студенты одной группы проходят одну программу и сдают одни и те же экзамены. Получается, что каждый сам себе формирует программу обучения. Удобно, но и ответственно: что ты выберешь, тому тебя и научат и от этого будет зависеть твоя дальнейшая жизнь и судьба в науке. На третьем году обучения базовых курсов уже нет, только специальные, у каждого свои.

Что происходит с теми, кто за три года не набрал нужное число единиц? Если студент все-таки набрал больше 75 баллов и не заваливал больше двух курсов в год — сразу не отчисляют: степень можно растянуть до семи лет. Но если вы не закончили степень в три года, возрастет плата за обучение. Государство субсидирует студента только в течение трех лет, частично оплачивая учебу, а для того, кто не уложился в три года, дальнейшее обучение подорожает.

Понятно, что обучение платное, но есть множество стипендий, и каждый может найти такую, которая подойдет лично ему.

— Ну уж и каждый?

— Кому стипендия не нужна, тот ее не ищет. Но в общем все не так страшно. Государственные университеты, как я уже сказал, государством и субсидируются, поэтому год обучения там в два-два с половиной раза дешевле, чем в частных заведениях. Есть много стипендий для людей с социально и экономически тяжелым положением, для выходцев из боевых частей армии. Новые патрианты получают примерно два года бесплатного обучения за счет Министерства абсорбции. Причем поступать можно не сразу, а в течение трех-четырех лет после приезда, когда выучишь язык. Поскольку большинство молодых людей, приезжающих в Израиль, сначала идут в армию, годы службы им не засчитываются, так что после армии есть еще льготное время. А кроме того, по увольнению вы получаете выплату, которой хватает примерно на полтора года обучения. Выходит, что тот, кто приехал в Израиль в возрасте около восемнадцати лет и отслужил в армии, не платит практически ничего.

Оплатить учебу полностью, без всяких стипендий и дотаций, даже работающий молодой человек, скорее всего, не сможет. То есть теоретически такое возможно, но работать пришлось бы столько, что это было бы несовместимо с учебой. Однако деканат идет навстречу студентам, помогает подыскивать стипендии, фонды или спонсоров. Один человек может получать и несколько стипендий, если есть за что. С другой стороны, студенты, чьи семьи давно живут в Израиле, не пользуются стипендиями, если их родители в состоянии оплатить обучение.

— А нет ли в Израиле концернов или фирм, которые платили бы за обучение студента, с тем чтобы он потом в этой фирме работал?

— Есть такая фирма! Называется армия. Она набирает перспективных ребят, специализирующихся в области электроники, физики, математики (биологи реже, но все-таки бывают нужны), оплачивает первую степень, а если нужно, то и вторую. Конечно, фирмы тоже ищут перспективных студентов, обычно на второй-третий год обучения. Выбирают по оценкам, зачастую устраивают кандидатам собственный экзамен.

Всем понятно, что, если ты решил серьезно заниматься биологией, останавливаться на первой степени нет смысла. Биолог с израильской первой степенью, хотя и носит гордое имя бакалавра, — по сути, лабораторный чернорабочий, исполнитель. Поэтому будущие биологи остаются в университете и делаются «мастерами», то есть магистрами. Как правило, на второй степени они работают у профессора, занятого в интересующей области.

На первой степени студент может выполнить проект (нечто вроде курсовой работы), который занимает достаточно много времени и за который опять же полагается сколько-то академических единиц. Профессора, которые ведут специальные курсы, как правило, не только преподают, но и занимаются научной работой. За преподавание они получают от университета дополнительные

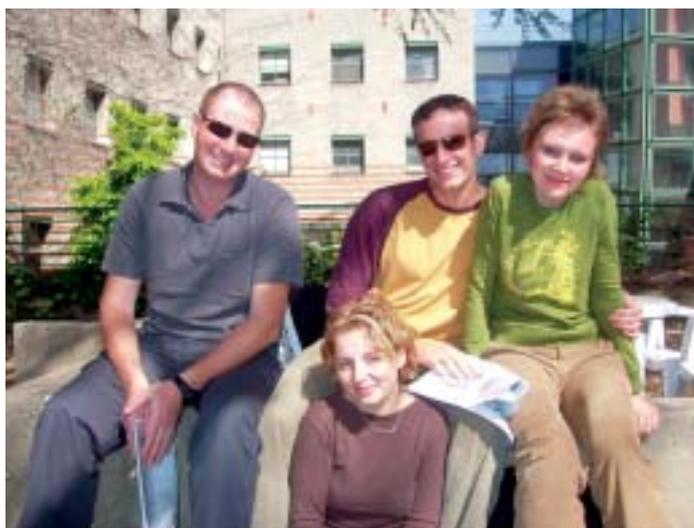
субсидии на лабораторные исследования. Хотя студенты, как я уже сказал, не прикреплены к кафедрам, но сами кафедры на факультете, конечно, есть, примерно такие же, как и в российских университетах: зоологии, ботаники, генетики, микробиологии... Профессора с разных кафедр читают свои курсы и ведут лабораторные работы, во время которых преподаватель отбирает толковых ребят к себе на курсовые проекты, а по результатам проектов — уже на работу второй степени. В студентах-помощниках они заинтересованы — здесь всё, как и в России. Студент на курсовой работе делает маленькую часть большого исследования. И после окончания первой степени, когда студенты готовятся стать магистрами (аналог российского диплома), они продолжают участвовать в общей работе научной группы. Если профессор предлагает перспективному студенту делать у него в лаборатории дипломную работу, то он, как научный руководитель, оплачивает вторую степень образования. Размер стипендии в данном случае зависит от успеваемости студента и от бюджета кафедры и лаборатории. Так или иначе, редко кто из студентов вносит всю плату за вторую степень из своего кармана.

Понятно, что за вторую степень следует третья. Она аналогична российской аспирантуре. Требования при по-

ступлении — окончание второй степени со средним баллом выше 85 и дипломная работа. Студентов из других вузов и из-за границы принимает специальная вступительная комиссия. Так же как и на второй степени, нужно найти научного руководителя, у которого студент будет писать работу и который предоставит стипендию, частично или полностью покрывающую плату за обучение.

Система обучения во многом похожа на российскую. Теоретические занятия по таким предметам, как математика или физика, по биологическим курсам — цикл лекций и параллельно лабораторные работы. Обучение ведется на иврите, а вот почти все учебные пособия — учебники, слайды на лекциях, научные статьи — на английском. Студенты второй и третьей степени, как и аспиранты в российских вузах, занимаются со студентами первой степени, объясняют пройденный материал. Семинары бывают ближе к концу третьего года обучения.

Одна из обязательных дисциплин на первой степени — знакомство и основы работа с базами данных: в век компьютерной биологии без этого никак. Есть специальный курс, посвященный работе со всеми источниками информации, курсы, где учатся более сложной работе с теми же базами и программы.



**Наши в Тель-Авиве:  
студенты биологического факультета  
ТАУ— выходы из СНГ. Евгений —  
второй справа**

Естественно, без компьютера и учиться как-то не принято. Все лекционные курсы находятся в интернете: можно скачать текст на слайдах, а можно видеозаписать лекции; можно послать профессору вопрос по электронной почте — коротко говоря, теоретический курс вполне успешно идет в виртуальной среде, хоть не едешь в университет. (Благо посещение курсов необязательно, за исключением английского и лабораторных работ.) Есть общий сайт первой степени по биологии, со своими страничками для каждого предмета, где выложены не только лекции, но и специальные требо-



## ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК

вания профессора, который ведет курс, свежая информация для студентов, вопросы экзаменов прошлых лет, полезные ссылки на другие сайты... Любую книжку из университетской библиотеки студент может получить в электронной версии. (Естественно, каждый учащийся заходит на сайт через свой номер и код — это счастье не для всех любопытных. Но кое-что может увидеть любой желающий: [www.tau.ac.il](http://www.tau.ac.il)) У сайта есть английская версия, поскольку среди студентов имеются англоговорящие, да и современная биология немислима без английского языка. Существуют, конечно, и обычные бумажные учебники, но они стоят очень дорого. Их, как правило, берут в библиотеке, которая тоже, разумеется, снабжена сетевой справочной системой: мож-

но заранее узнать, есть ли в наличии та или иная книга, и попросить известить, когда она появится.

(Заметим в скобках, что и российские биологические факультеты не лыком шиты. Если на вашем компьютере не установлен иврит, не огорчайтесь, а наберите [www.bio.msu.ru](http://www.bio.msu.ru) — здесь, на сайте биофака МГУ, в разделе «Проекты», тоже есть записи лекций в видеоформате и многое другое. Правда, лекционных курсов там пока всего десять, зато постоянным читателям «Химии и жизни», наверное, будет интересно увидеть «вживую» доктора биологических наук А.А.Каменского и академика В.П.Скулачева.)

А что делать тем, кто, окончив первую степень, не увидел для себя перспективы в биологии и раздумал связывать с ней жизнь и карьеру? Первая степень по биологии дает возможность учиться на второй ступени в любой области. Можно, например, радикально сменить специальность и начать учиться на экономиста или юриста, а потом работать в биотехнологической компании. В самом деле, если фирма продает генно-модифицированные продукты или производит дорогостоящие препараты для тех же биологических исследований, менеджеру совершенно не лишне знать, что в клетке делает ДНК, а что РНК!

**Е. Павшук**



# Крыса, будь человеком!

Владислав Выставной



Художник Е. Станикова

ФАНТАСТИКА

— Майк, левее! Видишь проход между проводами? Так, справа панель с выключателями. Третий выключатель надо поднять... Туго идет? Позови Кэт. Так, попробуйте вместе. Отлично. Теперь оба бегом прямо до вентиляционного люка. Так, молодцы. Перед вами пульт. К нему! Так... А теперь, как я учил: экстренное отключение реактора! Не получается? Думай, Майк, думай... Ничего не надумал? Зови всех... Бегом, бегом, не отвлекаемся! Собрались? Думаем вместе! Мозговой штурм — быстро! Есть решение? Ну-ка, ну-ка... Отлично, Майк! Программа отключения активирована! Ребята, вы все молодцы!.. Майк, команду — в бокс, а сам ко мне, дорогой!

Через минуту, уже в лаборатории, Майк критически осмотрел присутствующих, затем неторопливо, под всеобщие аплодисменты и улюлюканье, пробежал мимо людей и прыгнул мне на руки. Лаборантки засюсюкали и полезли гладить самодовольного крыса.

Тут подошел Эндрю, и Майк запрыгал от возбуждения: после выполненного задания ему полагалась доза специального тоника (по существу, это наркотик, но такое слово запрещено произносить в стенах института).

— Молодец, Майк! Получай заслуженное удовольствие. — И Эндрю ввел в крысиную лапку иглу шприца.

Далее меня по плечу похлопал Слон:

— Виктор, это впечатляет. Я дал команду юристам, и уже сегодня будут патенты. А по поводу клиентуры — идей, как ты знаешь, сотни.

— Что вы, босс, — возразил я, — тут еще непаханое поле для исследований! В лаборатории мои ребята ведут себя вроде бы предсказуемо, а вот как это пойдет в промышленных масштабах?

— Если мы не начнем, то и не узнаем никогда, — как всегда, вставил Эндрю.

Я уверен — именно он подхлестывает Слона. Здесь действительно пахивают немалыми деньгами, а конкуренты наступают на пятки. Эндрю с нами только из-за денег. Я и сам понимаю, что для нашего развития необходимы инвестиции, но без конкретных коммерческих проектов их не будет.

— Принципиально вопрос уже решен, Виктор, — продолжил Слон. — Теперь нам остается только определиться с первоначальным направлением. Ты, безусловно, прав: пока исследования не завершены, наших ребяток нельзя допускать к сложным техническим работам. Да и с лицензиями вопрос непростой.

— Тогда — сельское хозяйство, — кивнул я. — Это не так сложно, все навыки уже отработаны. Но здесь потребуется колоссальное количество особей.

— Как только запускаем проект, инкубаторы нам поставят в течение двух недель — их осталось только собрать... Мы можем уже вести переговоры на серьезном уровне?

— Не вижу причин, почему бы и нет. На опытных полях ребята показали себя прекрасно. К тому же, я думаю, фермеры уже сами трубят друг другу о нашем проекте.

— Еще бы! Дешевая и экологически чистая борьба с вредителями и сорняками. И это только начало.

— Главное, заткните глотку борцам за права животных, а то я уже начинаю беспокоиться за свою жизнь.

— Не волнуйся, Виктор! Скоро ты будешь ездить на собственном бронированном лимузине!

— Не смейтесь, босс.

— Ладно, ладно... Господа! — громко обратился Слон ко всем присутствующим в лаборатории. — Момент настал, и с сегодняшнего дня мы начинаем реализовывать коммерческий этап нашего проекта «Мульткрыса».

Аплодисменты, выкрики, свист. Босс поднял руку и широко улыбнулся:

— Господа, наши прибыли зависят от вашей слаженной работы. Мы — отличная команда, мы справимся. Напоминаю, что с этого момента вы должны теснее сотрудничать с отделом маркетинга. У меня все. За работу! — И величественно удалился.

Майк сидел у меня на плече, удивленно озирался, дергал носом и щекотал мне шею усами.

— Ну что, дружище, — обратился я к нему, почесывая за его ушком — там, где находилось гнездо для оптического кабеля и подзарядки аккумуляторов мультикомпа, — ты готов к всемирной славе?

Риск облажаться был велик. Да, система из пятидесяти особей плюс вожак-сервер работала стабильно. Но мы пока не знали, какие сюрпризы готовит промышленная эксплуатация биологических мультисистем: крысы были первыми. Поэтому для эксплуатации в полевых условиях первоначально решили делать запасных вожаков-серверов на каждый десяток, однако расчеты показывали, что рентабельность при этом значительно падает: каждый вожак стоил на порядок дороже рядовой мульткрысы. А для эффективной работы в поле требовалось не менее тысячи особей.

Тут страшный вой подняли биологи: они боялись экологической катастрофы в случае выхода системы из-под контро-

ля. Но наши лоббисты в Сенате пробили-таки нужные законопроекты, и вой постепенно перешел в бессильное рычание. Тем более что удалось показать, как использовать мульткрысы в регулировании численности любых видов, в том числе и вредных. А это давало тем же биологам неплохую возможность поиграть с природой. И еще: мульткрысы могли решить санитарные проблемы больших городов — например, напрочь извести там крыс и мышей. Здорово, не так ли?

Однако ни я, ни мои коллеги (кроме Эндрю) не испытывали большой радости от столь быстрого продвижения «Мульткрысы» на реальный рынок. Были обстоятельства, которые нас смущали. Ведь что такое конкретная мульткрыса? Просто крыса с вживленным в мозг микрокомпьютером, позволяющим управлять ею на расстоянии и выполнять заложенную программу. Ничего особенного в принципе. Идея в том, что, соединяясь по радиоканалу, сотня крыс становилась той же сотней, но уже управляемой в сто раз более мощным компьютером. И еще, самое главное: этот вид крыс был выведен искусственно, именно в целях мульткрысиного проекта. Они имели более развитый мозг.

Кстати, крыс вообще никогда не считали тупыми животными. Но наша разновидность, да еще с вживленным компьютером, вызывала удивление. Иногда казалось, что компьютеры попросту усиливают интеллект крыс. Это, конечно, лишь иллюзия, но...

Некоторые особи могли не только «понимать» словесные команды (компьютер их переводил в управляющие импульсы), но и отвечать, общаться. Такую возможность мы, тайком от руководства, запрограммировали. И иногда казалось, что грызуны отвечают нам осознанно.

Так или иначе, эта проблема требовала дальнейшего изучения, но времени у нас не было.

Майк у меня на плече — совсем не тот Майк, который руководит командой мульткрыс. Это шустрый и забавный комок меха с хвостом и усами, что выводит на экране моего карманного компьютера наивные высказывания, вроде: «Что-то я змэрз, как цуцык», «Ээх, сейчас бы я похавал. Мясца бы копченого. Нельзя, но хоц-ца!», «Девчонку, бы, а? Виктор, а ты бы тоже девчонку, а? Люблю я это дело! Подсади ко мне в клетку Кэт, я ей доставлю удовольствие».

Эту форму общения создавали наши шлопаи-программисты, и тут уж ничего не поделаешь! Создали. Теперь извольте слушать: «Ух, кажется, я совсем загадил клетку. Хозяин, выручай, тону в фекалиях!» Или: «Эй, лаборанты-живодеры! Воды дайте, садисты!» Или: «Начальник, сколько можно нары мять? Когда на прогулку?»

Однако когда Майк руководит командой из пяти десятков мульткрыс, это настоящий вожак. Он полностью уходит в свои функции и старается выполнить их безукоризненно. И даже не верится, что он — всего лишь живой манипулятор своей серверной программы.

— Ну, Виктор, рассказывай, как все прошло?

Слон, который, как всегда, был обо всем информирован, любил выслушивать очередную сводку от разных сотрудников, на основании чего делал какие-то свои выводы. Поэтому, не углубляясь в подробности, я изложил только суть дела:

— Босс, дела даже лучше, чем мы ожидали. Полностью удалось обработать не сто гектаров, а около трехсот. И это за два дня.

— Я не знаю, сколько это — гектар. Лучше в акрах.

Я перевел все в акры. Слон довольно кивнул:

— Сколько специалистов задействовано?

— Восемь. Не считая транспортного и ветеринарного персонала.

— Всего восемь?! Замечательно!

Мы продолжаем печатать рассказы победителей конкурса фантастики «Химии и жизни», который проходил в интернете, на сайте «Самиздат» при Электронной библиотеке Максима Мошкова (<http://zhurnal.lib.ru>). Третье место занял Владислав Выставной с рассказом «Крыса, будь человеком!». Владиславу 29 лет, по образованию историк государства и права, живет в городе Краснодаре, автор театральных пьес и телесценариев. Публикуется с 2004 года, в «Химии и жизни» — впервые.



— Когда процесс оптимизируется, то на такое число мультикрыс будет достаточно троих техников.

— Так... Сколько серверов использовали?

— Восемнадцать. Конечно, маловато для двух с половиной тысяч особей, но сбоек практически не было.

— Практически?

Черт! Не хотел себе душу рвать, но придется рассказывать.

— Два дня назад случилась мощная электромагнитная буря. Статьи, об этом нас не предупредил отдел обеспечения, а это его обязанность — следить за погодой.

— Я разберусь. Ну?

— Майк... Прервалась связь, и он отключился. Автоматически воткнулся седьмой сервер, запасной. А Майк и еще двадцать одна особь выпали из сети.

— И часто такое будет случаться? — Босс нахмурился. Он подсчитывал возможные убытки.

— Я же сказал: у нас не было информации. Выпавшие особи никуда не денутся — они под управлением Майка. Я думаю, что в течение трех суток он выйдет на нас самостоятельно. Либо мы его найдем. Никуда он не денется.

— Ладно, — спокойно отмахнулся Слон, поскольку быстро прикинул, что такие убытки укладываются в пределы непредвиденных расходов. — Хотя жаль: Майк был неплохо раскручен на ТВ. Но в случае, если он не вернется, найдем ему дублера. Национальные герои не должны пропадать, ха-ха-ха...

Майк так и не вышел на связь. Может быть, сработали инстинкты и он с командой ушел в какие-то недоступные для связи подземные норы?

И все-таки проект развивался неплохо. Серьезные прибыли, а к тому же мы получили инвестиции от правительства на кое-какие военные проекты. В течение этого полугодия я заработал свой первый миллион долларов. Еще через три месяца у меня их было уже два. А еще через месяц я начал подумывать о собственной лаборатории. И вот тогда, посреди ночи, — звонок в дверь.

Я вскочил. Жена недовольно заворочалась, но промолчала: с тех пор как я стал богат, знаменит и уважаем, ее отношение ко мне существенно изменилось, а скандальные выходы совсем прекратились. В общем, я открыл дверь.

На пороге стоял Слон собственной персоной. Бледный, как смерть. За его спиной маячило несколько темных фигур в военно-морской форме. Мне это сразу не понравилось.

— Виктор, у нас большие проблемы! — прохрипел Слон. В таком состоянии я его еще никогда не видел...

Потом мы сидели в одном из залов штаба ВМФ. Монитор висел довольно высоко, отчего приходилось неудобно задирать голову. На видеосвязи с нами был командир подводной лодки класса «Огайо». Сама лодка находилась где-то в Индийском океане, что, впрочем, не имело особого значения благодаря спутниковой связи.

— Капитан, еще раз доложите обстановку, чтобы слышали специалисты, — усталым голосом приказал седовласый адмирал с хищным лицом.

— Есть, сэр. Неделию назад мы обнаружили на борту крысу. И вот... — Тут голос капитана пропал секунды на три, а у меня, как говорится, потемнело в глазах. Я вцепился в подлокотники кресла и стал слушать. Сидевший рядом Слон смотрел на меня с какой-то собачьей надеждой. — Впоследствии оказалось, что крыс на борту не одна и не две. Очевидно, их занесли с продовольствием, хотя непонятно, как им удалось так долго оставаться незамеченными: ведь у нас стерильная чистота... Э, дальше. Мы пытались травить их. Ставили специальные ловушки. Одна попалась и сдохла. На день крысы исчезли. Но сегодня... Я не могу в это поверить!

— Продолжайте, капитан.

— Два часа назад меня разбудил вахтенный и доложил, что не может связаться с боевым постом. Более того, люки туда задраены и заблокированы изнутри. А там должны находиться пять человек — два офицера и три матроса, но... Мне удалось включить видеосвязь. Смотрите. — И капитан кивнул стоявшему рядом матросу.

Теперь на экране обозначилась какая-то сине-бордовая масса. Вскоре я с ужасом понял, что это — человек в форме, лежащий лицом на пульте перед объективом камеры. Впрочем, назвать лицом это было уже нельзя. Всё, и пульт тоже, — в бурых подтеках. И тут перед камерой что-то мелькнуло. Огромная, поскольку на весь экран, морда с окровавленными зубами.

Многие в зале ВМФ от неожиданности отпрянули.

Морда принялась обнюхивать камеру.

— Майк, — сдавленно произнес я (несомненно, это был он) и затем обратился к капитану. — А можно дать другие виды? — Да, с камер наблюдения.

Картина предстала страшная. Пять скрюченных тел лежали в разных местах боевого поста. Крови — море. Очевидно, крысы сразу перегрызли несчастным сонные артерии.

— Это ваши подопечные, я правильно понимаю? — недобро спросил адмирал, переводя взгляд с меня на Слона и обратно. — Объясните, что происходит?

Что мне оставалось? Только сказать «да».

— Да. — И потом: — Я могу говорить, чтобы меня было слышно — там?

— Сейчас, — ответил капитан. — Говорите.

— Майк, — позвал я. И затем уже не ласково, а строго: — Майк!

Майк, как ужаленный, прыгнул с пульта и заметался по помещению. В ту же секунду к нему метнулось множество серых теней.

— Майк, я вижу, ты с командой?

«Привет, Виктор, как погодка?» — загорелись субтитры на экране.

— Что это значит?! — почти закричал адмирал, и весь зал зашевелился, как потревоженный муравейник.

— Это значит, что команда мультикрыс подсоединилась к компьютерным системам корабля.

— Что? Повторите, что вы сказали! — раздался голос капитана.

— Ну... Это у них в программе заложено: по возможности подсоединяться к ближайшей компьютерной сети. Для удобства коммуникаций.

— Для удобства?! — зло охнул адмирал. — А коды доступа? Вы этому крыс обучали?

И тут на экране вспыхнула строка: «Интернет — полезная штука!»

Крысы неподвижно сидели на полу вокруг Майка. Он — ну, совсем как обычный зверек — приподнимался на задних лапках и водил мордочкой, ловя струйки запахов.

— Двадцать крыс — это мощная система. Я думаю, они каким-то образом обошли коды, — предположил я.

Адмирал был явно ошарашен:  
— Но почему они это сделали? И как прикажете мне теперь поступать?

— Не вам, а мне. Я попробую.

Что оставалось? Действительно, только это:

— Майк, открой двери.

Ответом — строка на экране: «С какой радости?»

Почему он не подчиняется? Что происходит?

— Майк, чего ты хочешь, дружок?

«Я тут подумал-подумал и понял, что я не Майк».

— О чем ты?

«Майк — это когда один, а я — это когда много».

— А кто — ты? — спросил я. И мне стало жутко.

«Я?.. Не знаю. Они хотели убить меня. Мне было очень больно».

— Босс, — повернулся я к Слону, — вы поняли?

— Что, Виктор? Не говори загадками!

— Они все вместе чувствуют боль каждого!

— Ну и что?

— Это значит, между ними не только электронная связь, но и биологическая! Они — одно существо, гораздо более разумное, чем двадцать крыс сразу и двадцать микрокомпьютеров!

— Вы разрабатывали эту тему? — раздался голос из другого конца зала.

Там сидел человек в штатском. Я узнал его — он курировал один из заказанных нам оборонных проектов.

— Вы разрабатывали эту тему? — спокойно переспросил он.

— Пока только пытались. И впервые с этим сталкиваемся настолько серьезно. Дело в том, что еще никогда мультикрысы не были в одной системе столь продолжительный срок. Возможно, у них начались биологические изменения.

— А может, прекратим теоретизировать и будем говорить по существу? — резко произнес адмирал, развернувшись в кресле к человеку в штатском. А затем уже мне: — Что теперь делать? Вы понимаете, что в моих силах упечь вас за решетку?

Не сомневаюсь, подумал я и обратился к экрану:

— Майк... Поговорим?

«О'кей, хозяин, никаких проблем!»

— Майк, — продолжил я, — открой дверь,пусти людей.

«Нет. Они меня убьют».

— И что ты собираешься делать?

«Я заглушу реактор. И мне будет хорошо».

— Он может заглушить реактор? — ошарашенно воскликнул адмирал.

— Теоретически — да, — признал я.

И тут, перебивая друг друга, заговорили все.

Капитан, со своего борта:

— С боевого поста невозможно заглушить реактор.

Адмирал:

— Хоть тут слава Богу!

Опять капитан:

— Если у вас ничего не выйдет, то я прикажу резать дверь.

Адмирал, возражая, поскольку увидел, что крысы принялись виться на пульте:

— Могут быть еще жертвы. И вы говорили, что оттуда нельзя заглушить реактор! Что они делают?

Капитан:

— Это не реактор, сэр! Они лезут в систему запуска ракет.

Адмирал:

— Виктор, мать вашу, что это значит?

Я, пожимая плечами:

— Это крысы. Они все же не вполне разумны. Им все равно, реактор это или ракеты. Они обучены запускать любую систему. Во всяком случае, Майк обучен.



## ФАНТАСТИКА

Человек в штатском, в отличие от адмирала, вполне сдержанно:

— Но зачем они это делают?

(На подлодке в это время, как мы увидели, лихорадочно запустили газовый резак.)

Я:

— Ну... Просто после успешного решения подобных задач Майк получал дозу.

— Дозу?

— Да, наркотик. Видимо, у него стресс, и он хочет расслабиться.

— И что теперь? Вы можете как-то повлиять на него?

— Пока нет.

Тут раздался приглушенный звук сирены.

Капитан, по связи:

— Начался обратный отсчет!

Адмирал:

— Куда нацелены ракеты? — И после того как бледный адъютант что-то шепнул ему в ухо: — Куда?! Капитан, режьте люки быстрее! Мы можем в случае чего потопить эту чертову посудину? Дьявол!..

А после этой истерики начался мой диалог с Майком.

— Майк! Майк, отзовись!

Ответом — строка на экране:

«Чего еще?»

— Не делай этого! Останови систему!

«Почему я должен это сделать?»

— Потому, что я тебя прошу об этом!

«Тогда не придет Эндрю, и мне будет так же плохо».

— Иначе плохо будет нам всем!

Майк молчал. Обратный отсчет продолжался. До меня стал доходить смысл надвигающейся катастрофы, точнее, ее последствия. И потому сказал в сердцах:

— Наверное, я ошибся. Майк — обыкновенная крыса с электронной начинкой.

«Сам ты крыса!» — отозвался экран.

В зале зашумели, а я, стараясь не сорваться на крик, опять обратился к Майку:

— Прости меня, дружок, прости меня, пожалуйста, за все. Майк, я виноват, что мучил тебя, что сделал тебя таким, какой ты есть, за то, что тебе сейчас плохо. Прости меня, пожалуйста. Мы все ведем себя не так, как полагается людям. Но я очень прошу тебя и надеюсь, что ты поймешь меня. Прошу об одном — останови программу! Пожалуйста! Ну хоть ты один... будь человеком!

Шум в зале стих. Долгая пауза. А вскоре на экране, на фоне усатой крысиной мордочки, загорелась надпись:

«Ну, ты, брат, даешь. Удивил. Попробую».





## КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

### Ворона умнее попугая

Вороны и сойки скорее добудут себе пропитание, чем попугаи или певчие птицы. Это доказали канадские ученые, которые изобрели метод, позволяющий измерить коэффициент интеллекта птиц. Сотрудники Университета Мак-Гилла в Монреале утверждают, что вороны и сойки — «вычислительные машины» мира пернатых. Шкала IQ основана на том, насколько разнообразны действия птиц в стремлении найти пищу. Луис Лефебр, руководитель работы, удивлен, что, несмотря на относительно большой мозг, попугаи заняли далеко не самые высокие места в этой иерархии.

Исследователи проанализировали 2000 рассказов о нестандартных способах, которыми птицы добывали себе еду в условиях дикой природы (в основном это были публикации в журналах по орнитологии за последние 75 лет). В итоге список самых изобретательных возглавили вороны, сойки и другие представители семейства врановых; затем идут соколиные, ястребы, цапли и дятлы.

Лефебр приводит несколько примеров. Во время войны за освобождение в Родезии (теперь Зимбабве) один орнитолог наблюдал за грифами, которые сидели на ограждении из колючей проволоки и ждали, когда на минном поле появятся газели и другие травоядные животные — в результате птицы получали хорошо измельченную пищу. Другой специалист видел в Антарктике поморников, которые, присоединившись к молодым тюленям, кормились молоком их матери (по сообщению агентства «BBC News» от 22 февраля 2005 г.).

Далеко не все пернатые с высоким IQ пользуются симпатией у людей. Взять тех же ворон — как им порой достается от соседей по мегаполису, и не всегда за дело! Мы больше любим певчих птиц, которые не отличаются новаторскими идеями в вопросах самообеспечения. Доктор Лефебр подчеркивает, что в своем исследовании он оценивал не сообразительность отдельно взятой птицы, а сами по себе необычные идеи. Ведь эти нестандартные решения птицы могла придумать самостоятельно или перенять у других.

**М.Егорова**

## Пишут, что...



...возможно, за большой размер человеческого мозга отвечает определенный участок половой X-хромосомы («Nature», 2005, т.434, № 7031, с.266)...

...к настоящему времени известно, что не только шимпанзе и гориллы, но также бонобо и орангутаны могут осваивать язык глухонемых или искусственно созданные для эксперимента языки-посредники и способны к символическому мышлению («Зоологический журнал», 2005, т.84, № 1, с.149–157)...

...предложен химический процессор на жидкой основе, использующий в своей работе реакцию Белоусова — Жаботинского («New Scientist», 2005, т. 185, № 2492, с.33–36)...

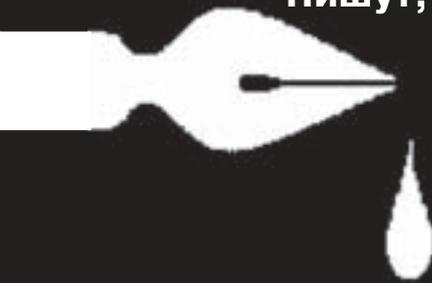
...мировые расходы на управление знаниями — услуги, программное обеспечение и т. п. — в 1999 году составляли 2037 млрд. долларов, а в 2003-м — уже 12 130 млрд. («Вестник РФФИ», 2004, декабрь, № 4 (38), с.6)...

...российское законодательство до сих пор не разрешило всех вопросов, связанных с правами авторов селекционных достижений («Интеллектуальная собственность. Авторское право и смежные права», 2005, № 3, с.39)...

...если стальной цилиндр опустить в раствор азотной кислоты и приложить магнитное поле, то в результате коррозии он покроется регулярной структурой из валиков и бороздок с периодом 200–600 мкм («Физика металлов и металловедение», 2005, № 2, с.75)...

...в России после 70-летнего перерыва возобновляется интерес к рыбьим шкурам как кожевенному сырью («Вопросы истории естествознания и техники», 2005, № 1, с.39–48)...

...узорчатость карельской древесины вызвана локальными повышениями концентрации сахарозы («Природа», 2005, № 3, с.29)...



...исследованы ответы ночных бабочек-совок на искусственные эхолокационные сигналы, и таким образом доказана способность к эхолокации для 20 видов («Журнал общей биологии», 2005, т.66, № 1, с.75–89)...

...в настоящее время активно применяют как минимум пять различных ДНК-технологий для идентификации сортов и клонов винограда («Физиология и биохимия культурных растений», НАНУ, 2004, т.36, № 6, с.473)...

...с помощью теории нечетких когнитивных карт построена модель социально-политической ситуации в Ираке и проанализирована возможность стабилизации в этой стране («Нейрокомпьютеры: разработка, применение», 2005, № 1–2, с.29)...

...лишь 8,3% вынужденных мигрантов, диффузно проживающих на российских территориях, чувствуют угрозу со стороны сограждан, тогда как среди компактно проживающих — 36% («Психологический журнал», 2005, т.26, № 2, с.18)...

...разработана автоматизированная система климат-контроля Успенской звонницы Московского Кремля («Мир компьютерной автоматизации», 2004, № 6, с.78)...

...запатентовано покрытие для подводных частей судов и механизмов, содержащее препараты бета-активных радионуклидов, против морских организмов — обрастателей («Изобретатель и рационализатор», 2005, № 3, с.9)...

...изучена сравнительная скорость прохождения зерна, сена и корнеплодов по пищеварительному тракту кролика («Зоологический журнал», 2004, т.83, № 12, с.1526–1529)...

...в 2003 году геомагнитная активность была намного выше, чем в любой другой год текущего солнечного цикла («Космические исследования», 2004, т.42, № 6, с.563–573)...



## КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

### Снова о пользе смеха

Американские специалисты выяснили, что выражение «от ужаса кровь стынет в жилах» следует понимать буквально, а вот смех, напротив, расслабляет сосуды, улучшая кровоток.

«Полчаса физических упражнений три раза в неделю и пятнадцать минут искреннего смеха ежедневно должны быть частью здорового образа жизни», — говорит Майкл Миллер из Медицинского центра Университета Мэриленда в Балтиморе (США). Вместе с коллегами он наблюдал за состоянием сосудов добровольцев в ситуации эмоционального стресса и при просмотре комедий.

В эксперименте приняли участие 20 человек, которым сперва показали подборку фрагментов из веселых, жизнеутверждающих фильмов. До и после просмотра с помощью ультразвука проводили измерения тока крови и диаметра плечевой артерии. Оказалось, что у всех добровольцев, кроме одного, в течение 30–45 минут после показа артерия пребывала в расслабленном состоянии — кровь текла свободнее, чем обычно.

Обратный эффект наблюдался после демонстрации душераздирающих сцен из фильма «Спасти рядового Райана»: у 14 из 20 зрителей сосуд сжался, ток крови замедлился. В среднем эмоциональный стресс снижал кровоток на 35%, а смех увеличивал на 22% (по сообщению агентства «New Scientist» от 7 марта 2005 г.).

Полученные результаты подтверждают теорию о том, что смех помогает содержать в порядке эндотелий — слой клеток, выстилающий внутреннюю поверхность кровеносных сосудов, понижая тем самым риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний. «Смех, по меньшей мере, компенсирует негативное воздействие эмоционального стресса, губительного для эндотелия», — говорит Миллер.

Эндрю Стэпто из Университетского колледжа в Лондоне считает это вполне логичным: в 2000 году он провел исследования, свидетельствующие о пагубном влиянии острого эмоционального стресса на «подкладку» сосудов. С тех пор интерес к положительному эффекту хорошего настроения только возрос.

Теперь американские ученые планируют выяснить, в чем именно состоит благотворное воздействие положительных эмоций, прямое оно или косвенное — через уменьшение стресса.

**Е. Сутоцкая**



**А.Г.ИСАЙЧЕВОЙ**, Москва: *Первые кандидаты в весенний салат давно известны: примула, она же первоцвет весенний, *Primula veris* L. (дикий вид, с желтыми цветами на длинных стрелках — как там с витаминами в листьях разноцветных и махровых сортов, не знаем), молодая крапива, сныть, одуванчик; но что касается сныти, повторяем еще раз: нужна стопроцентная уверенность, что это именно сныть, а не вех ядовитый!*

**СЕРГЕЮ ГРИШИНУ**, Санкт-Петербург: *Воду в аквариумах, предназначенных для теплолюбивых азиатских и американских рыбок, нужно подогреть до 23—28°C, более точные значения зависят от того, что предпочитают ваши питомцы.*

**Д.Н.СЕРЕБРОВСКОМУ**, Челябинск: *Активное вещество белой горчицы — гликозид синальбин, черной и сарептской горчицы — синигрин; кусачее аллиловое масло получается из гликозида под действием теплой воды и ферментов, то есть при растворении порошка.*

**Б.Л.КРЕЙНДЛИНУ**, Нижний Новгород: *Из тофу можно делать белые острые соусы, измельчая его в растительном масле и добавляя любые пряности, а вот из соевого молока, как нам кажется, делают только аналоги обыкновенных молочных соусов, таких, как бешамель; хотя за всю восточную кулинарию мы не ручаемся...*

**А.С.МАРКЕЛОВОЙ**, Мурманск: *Та магнолия, которая растет в садах Кавказа и Крыма, — магнолия крупноцветковая, она не дикая, а культурная, точнее, интродуцированная; дикий вид — магнолия обратная, которая произрастает в лесах острова Кунашир (Курилы).*

**Н.Н.БОГДАНОВУ**, Можайск: *Когда вы режете резину, нагревать нож практически бесполезно, а вот если время от времени смазывать лезвие мылом, дело пойдет быстрее.*

Всем читателям: *Приносим извинения за опечатки — в № 1 на стр. 21, строки с 4 по 12 в правой колонке, следует читать: «В равновесной среде неупругие столкновения приводят к уменьшению количества атомов с ростом энергии, что исключает лазерные эффекты».*

Спамерам: *Господа, ну не нужна нам нефтебаза — мы же в прошлые разы так и не купили у ваших коллег ни паровоза, ни самолета!!!*



## Мифические животные:



**жемчужина глухаря и яблоко ежа**

**Н**

ет, больше никаких русалок и огненных змеев. Правда и только правда, о самых что ни на есть реальных животных.

Вот, спрашивается, откуда пошло мнение, что в зобу глухаря можно найти жемчужины? Жемчуг, как известно, образуется в раковинах морских или пресноводных двустворчатых моллюсков (см., например, «Химию и жизнь», 2004, № 8). Что же, глухари ныряют за ним в речку? Так ведь глухарь не пин-



гвин и не оляпка, чтобы нырять, да и зачем бы ему? Или в глухарином зобу вокруг проглоченных песчинок образуется перламутр, такой же, как в раковинах? Или вся эта история — детище народной фантазии, как, скажем, драгоценный камень в голове у жабы?

Ни то, ни другое, ни третье. Жемчуга в зобах глухарей на самом деле нет, а простые камешки есть — птицы заглатывают их, чтобы перемалывать грубый корм. Так вот, среди этих камешков могут быть кристаллики кварца, которые окатываются в зобу, становятся круглыми, необычными и красивыми. Сибирские охотники иногда находили в зобах и золотины — маленькие самородки («Химия и жизнь», 1985, № 2).

Еще один миф — пони. Бытует мнение, что маленькие кони были выведены когда-то в Англии для отпрысков знатных семейств, чтобы будущие рыцари и дамы с детства могли ездить верхом. Но никто пони специально не выводил. Просто кони становились меньше ростом в суровых условиях, как правило, на островах с каменистой почвой и скудной растительностью. Об островном происхождении часто говорят и названия известных пород: шетлендская, исландская, ирландская, сицилийская, голландская, хоккайдо-пони. Вообще, примеров уменьшения размеров при неблагоприятных условиях в истории эволюции достаточно много: в случае лошадей и пони проявилась общебиологическая закономерность. Это, конечно, не значит, что над породами не работали селекционеры. Замечательная статья М.Кривича («Химия и жизнь», 1987, № 2) о ВНИИ коневодства в Дивове под Рязанью полна цитат из С.Маршака и Ю.Морица — «Властелин колец» тогда еще не был в моде. У профессора Толкиена хоббиты ездят на пони и связаны с ними совместной работой и нежной дружбой не менее тесно, чем люди — с лошадьми. Кстати, происхождение этих норных жителей, хоббитов-полуросликов, скрывается во мраке — кто

*Картина неизвестного художника XIII века. Британский музей*

знает, может быть, и их дальние предки пришли с какого-нибудь острова?..

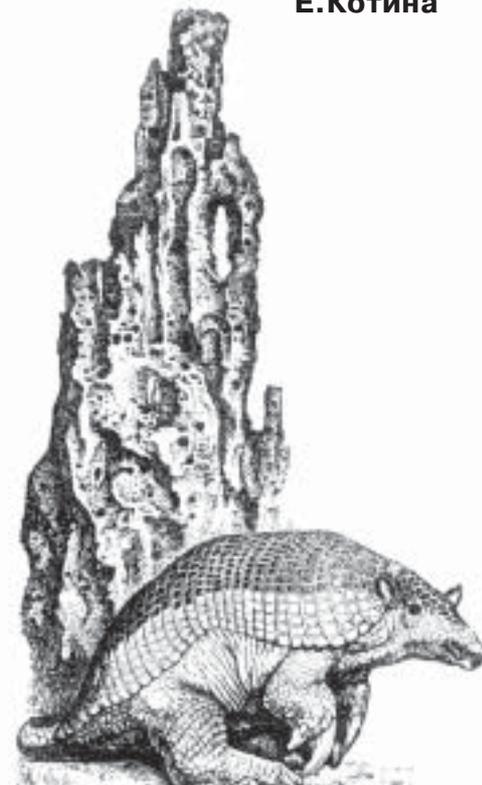
Уж сколько раз твердили миру: ежи, будучи насекомоядными, яблок не едят! Как об стенку горох. Картинки в детских книжках с веселыми ежиками, несущими на иголках румяные яблочки, сильнее голоса разума. Но ведь яблоки на иголках — не выдумка, есть и фотографии, и свидетельства уважаемых людей: валяются зверьки на паданцах, накалывают на иглы, несут куда-то... На самом деле — не несут, а носят. Знаменитый натуралист Игорь Акимушкин дал объяснение, которое до сих пор представляется наиболее правдоподобным. «Возможно, еж накалывает на иглы яблоки не для того, чтобы потом съесть, а чтобы кислый их сок (яблоки он ворует обычно дикие!) паразитов отравил» («Химия и жизнь», 1970, № 1, с.58). Действительно, при такой колючей шубе никакого другого метода борьбы с клещами и блохами, кроме химобработки, и не придумаешь... А в неволе ежи, по свидетельству того же И.Акимушкина, жуют мыло, клей, надушенную ватку, газетную бумагу, а потом облизывают иглы — докуда дотянутся.

Каким образом ящерка геккон бежит по потолку? У геккона присоски на лапках, ответит каждый второй (даже если спрашивать биологов). Ничего подобного. Ни присосок, ни клеящего вещества. Зато есть у него на лапках тончайшие волоски, в десять раз тоньше человеческого волоса, а на кончике каждого волоса — тысячи подушечек диаметром в пять миллионов долей сантиметра. Этот «коврик» соприкасается с любой поверхностью так плотно, что в удержании геккона на вертикальной поверхности начинают участвовать силы

Ван-дер-Ваальса («Химия и жизнь», 2000, № 7). Мечта бионика, в век нанотехнологий не такая уж и далекая от осуществления!

А вот о том, почему большинство гидростатических органов и живых организмов (таких, как дождевые черви) обладает гибкостью, за исключением одного, который в рабочем состоянии прочен именно на изгиб... посмотрите сами, дорогие читатели, в статье С.Бывалова «Маленький гигант большого секса, или Броненосец в потемках» («Химия и жизнь», 1998, № 3). В биологии, знаете ли, много тайн, а нам еще картинку надо сюда поместить.

**Е.Котина**



**40 ЛЕТ С ПАРТНЕРАМИ И СОРАТНИКАМИ**

**13-я международная выставка  
химической промышленности**

**Х И М И Я**

**5 - 9 сентября 2005**



Россия,  
Москва,  
Выставочный  
комплекс  
ЗАО "Экспоцентр"  
на Красной Пресне



**ЭКСПОЦЕНТР**

Организатор:

при содействии  
ЗАО "Росхимнефть"

Официальная поддержка:  
Министерство промышленности  
и энергетики РФ

Правительство Москвы  
Российский союз химиков

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

Россия, 123100, Москва,  
Краснопресненская набережная, 14  
Ф. "Межвыставка", ХИМИЯ-2005  
Телефон : (095) 255-37-39  
Факс : (095) 205-60-55  
E-mail : [mir@expocentr.ru](mailto:mir@expocentr.ru)

г-жа Зиновьева  
Татьяна Николаевна

